



Geotransversal entre o flanco inverso do Anticlinal de Valongo (Serra de Santa Justa) e Montezelo (Fânzeres): cartografia geológica, estrutura, estratigrafia e metamorfismo

Rafaela da Costa Machado

Mestrado em Geologia

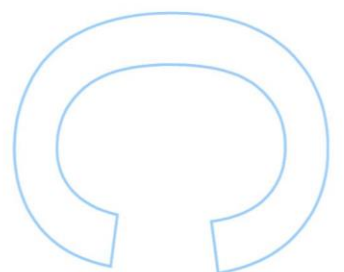
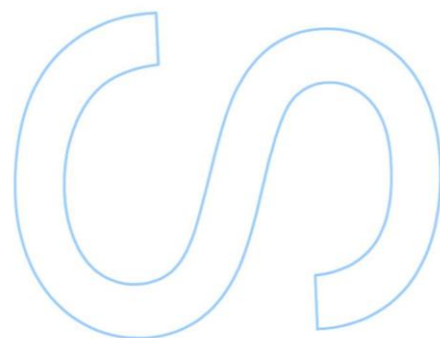
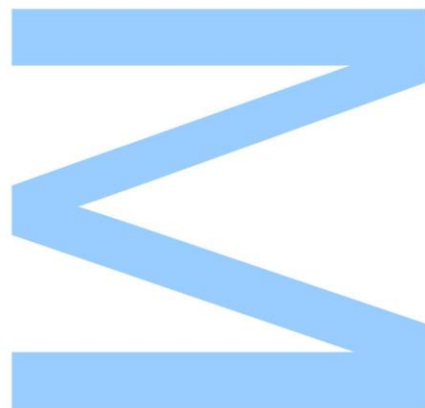
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento de Território
2017

Orientador

Doutora Maria Helena Macedo Couto, Professora Associada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

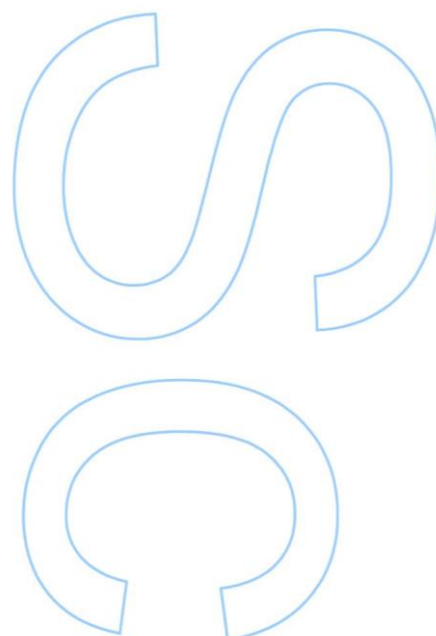
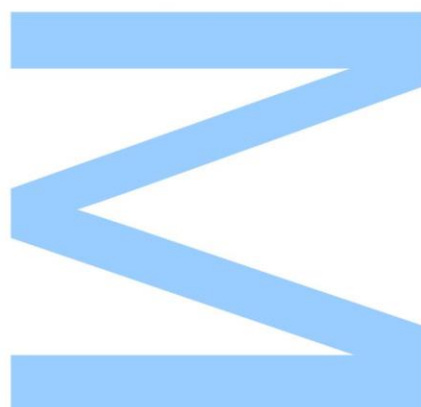
Coorientador

Doutora Maria dos Anjos Marques Ribeiro, Professora Associada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,
Porto, ____/____/____



Agradecimentos

A realização deste trabalho contribuiu para a minha formação quer a nível pessoal quer a nível profissional. No entanto, a realização do mesmo só foi possível graças à colaboração de vários intervenientes, que de uma forma ou outra possibilitaram a execução deste. A todos, desejo expressar o meu sincero agradecimento.

À Professora Doutora Helena Couto, pela sua disponibilidade para me orientar este trabalho, assim como pela sua disponibilidade para esclarecimento de dúvidas e idas ao campo e por todas as sugestões ao longo do trabalho, assim como pelo interesse em transmitir os seus conhecimentos ao nível da cartografia e da petrografia.

À Professora Doutora Maria dos Anjos, pela sua orientação e disponibilidade para esclarecimento de dúvidas e idas ao campo e por todas as sugestões ao longo da realização deste trabalho, assim como pelo interesse em transmitir os seus conhecimentos ao nível da petrografia e cartografia.

À D. Irene, do Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pelo cumprimento das suas funções profissionais, tendo contribuído com a elaboração das lâminas delgadas utilizadas neste trabalho.

A todos os meus colegas que acompanharam o meu percurso académico, tanto nesta universidade como na anterior, pois foi graças a eles que mantive uma boa disposição a nível emocional que me permitiu ter uma boa prestação a nível intelectual. Um especial agradecimento ao meu colega Leandro Vieira, pela disponibilidade demonstrada para me acompanhar em idas ao campo para recolha de amostras e de informação.

Aos meus pais, a minha enorme gratidão por todo o apoio que me deram durante a minha formação académica, assim como pela sua compreensão e auxílio nos momentos mais difíceis desta jornada.

Resumo

A presente dissertação pretende contribuir para uma caracterização geológica e petrográfica de uma área localizada na região de Fânzeres, situada a oeste do Anticlinal de Valongo. Este estudo envolveu a cartografia geológica de uma área restrita com produção de um perfil geológico interpretativo transversal à estrutura regional. O perfil foi realizado segundo uma orientação E-W.

O trabalho de campo e o estudo petrográfico permitiram a identificação e caracterização de diferentes litologias e estruturas, tendo sido identificadas sequências estratigráficas do Ediacário e/ou Câmbrio e do Carbonífero.

Estes estudos permitiram a realização de um perfil geológico interpretativo e de uma coluna estratigráfica. No Ediacário e/ou Câmbrio (Complexo Xisto-Grauváquico) foi possível observar variação no grau de metamorfismo, tendo sido registada de oeste para este, a seguinte zonalidade metamórfica: zona da estaurolite, zona da biotite e zona da clorite. Foi também efetuada a caracterização litológica da sequência estratigráfica do Carbonífero.

Palavras-chave: trabalho de campo, Ediacário e/ou Câmbrio, Carbonífero, petrografia, perfil geológico interpretativo, fácies metamórficas

Abstract

The present dissertation intends to contribute with a geological and petrographic characterization of an area located in the region of Fânzeres, located at the west side of the Valongo Anticlinal. This study involved the geological cartography of a restricted area with the elaboration of an interpretative geological profile, transversal to the regional structure. The profile was performed according to a E-W orientation.

The field work and the petrographic study allowed the identification and characterization of different lithologies and structures, and the stratigraphic sequences of Ediacaran and/or Cambrian and Carboniferous were identified.

These studies allowed the realization of an interpretative geological profile and of a stratigraphic record. In the Ediacaran and/or Cambrian (Schist-greywacke Complex) it was possible to observe variation in the degree of metamorphism, and the following metamorphic zonality was recorded from west to east: staurolite zone, biotite zone and chlorite zone. The lithological characterization of the Carboniferous stratigraphic sequence was also carried out.

Keywords: field work, Ediacaran and/or Cambrian, Carboniferous, petrography, interpretive geological profile, metamorphic facies

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract	V
Índice	VII
Lista de Figuras	IX
Lista de Abreviaturas	XV
1. Introdução	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Trabalhos anteriores	4
2. Geologia	6
2.1 Enquadramento Geográfico	8
2.2 Enquadramento Geológico Regional	10
2.3 Geologia local	13
3. Metodologias	22
4. Resultados e Discussão	26
4.1 Trabalho de campo e Amostragem	28
4.2 Descrição litológica e estrutural	29
4.3 Caracterização macroscópica e microscópica	83
4.3.1 Amostra RM1a e RM1a-2 – brecha de base do Carbonífero	83
4.3.2 Amostra RM1b – brecha de base do Carbonífero	84
4.3.3 Amostra RM1c – arenito lítico do Carbonífero	87
4.3.4 Amostra RM2a – rocha vulcânica do Câmbrio (CXG)	88
4.3.5 Amostra RM2b – disjunção esferoidal de uma rocha vulcânica ..	90
4.3.6 Amostra RM3 – arenito lítico quartzo-micáceo do Carbonífero ..	92
4.3.7 Amostra RM4 – micaxisto	95
4.3.8 Amostra RM7 – turmalinito	96
4.3.9 Amostra RM8a – micaxisto	96
4.3.10 Amostra RM9 – micaxisto estaurolítico	98
4.3.11 Amostra RM11a – xisto	99
4.3.12 Amostra RM14 – quartzo-filito	101

4.3.13 Amostra RM15 – micaxisto.....	102
4.3.14 Amostra RM17 – micaxisto estaurolítico.....	103
4.3.15 Amostra RM18 – filito.....	105
4.3.16 Amostra RM19 – quartzito	106
4.3.17 Amostra RM20 – filito.....	107
4.4 Perfil geológico interpretativo e coluna estratigráfica	109
5. Considerações Finais	112
6. Referências Bibliográficas	117
7. Anexos	125
7.1 Tabela com a localização e descrição das amostras recolhidas no campo	127
7.2 Fichas do estudo petrográfico.....	133

Lista de Figuras

Fig. 2.1 – Excerto das Cartas Militares de Portugal do Instituto Geográfico do Exército à Escala 1/25 000, nº 122 e 123, canto NE. Referenciação em UTM (Fuso 29N – Coordenadas Retangulares Quilométricas), WGS 84	8
Fig. 2.2 – Imagem do Google Earth que demonstra a localização geográfica da zona em estudo.	9
Fig. 2.3 – Imagem do Google Earth com a delimitação por um retângulo da área de estudo. Dentro deste está visível a localização do corte geológico desde a proximidade à aldeia de Montezelo até próximo ao Sanatório de Montalto, com um comprimento de 1,95km	9
Fig. 2.4 – Representação esquemática da localização zona de estudo (Fânzeres) no enquadramento das zonas paleogeográficas e tectónicas do Maciço Ibérico, segundo a Carta Tectónica da Península Ibérica, (modificada por Julivert et al, 1974)	10
Fig. 2.5 – Representação esquemática das características e cronologia das principais fases de deformação variscas na ZCI (Dias & Ribeiro, 1994)	12
Fig. 2.6a – Excerto das folhas 9-C e 9-D da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50.000, adaptadas	13
Fig. 2.6b – Excerto das legendas das folhas 9-C e 9-D, da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, adaptadas	14
Fig. 4.1 – Imagem do Google Earth onde se encontram representados todos os pontos onde foi efetuada a descrição litológica e estrutural da região.	28
Fig. 4.2 – Ampliação da imagem do Google Earth contendo os pontos 1 a 16.	29
Fig. 4.3 – Esquema representativo do talude, onde se observa o filito em cima e a brecha de base do Carbonífero em baixo	30
Fig. 4.4 – Afloramento com litologias pertencentes ao Carbonífero. Na base temos uma brecha de base, a sobrepô-la temos filitos acastanhados.	31
Fig. 4.5 – Dobramento nos filitos acetinados.	32
Fig. 4.6 – Esquema representativo da estrutura de dobramento dos filitos.	32
Fig. 4.7 – Amostra de rocha oxidada com disjunção esferoidal.	33
Fig. 4.8 – Conglomerado do Carbonífero com clastos de xisto negro, quartzo, arenito e filito.	34

Fig. 4.9 – Evidência da granosseleção positiva no arenito lítico do Carbonífero. Notam-se os grãos mais grosseiros em baixo e os mais finos em cima.	35
Fig. 4.10 – Esquema representativo da sequência que apresenta a topo o arenito lítico	36
Fig. 4.11 – Crosta ferruginosa constituída por limonite, resultante de períodos de emersão.	36
Fig. 4.12 – Observação do lado W da estrada nacional, onde se observa micaxisto a S e a N, separado por conglomerado	37
Fig. 4.13 – Lentícula pegmatítica com alteração ferruginosa.	38
Fig. 4.14 – Descontinuidade entre a lentícula pegmatítica e um micaxisto turmalinizado.	39
Fig. 4.15 – Filão de quartzo com cerca de 15 cm de espessura a ser cortado por uma falha cerca de 10 cm de caixa de falha.	40
Fig. 4.16 – Micaxisto alterado com cor ferruginosa que apresenta lentículas de quartzo.	41
Fig. 4.17 – Micaxisto alterado com cimento argiloso.	42
Fig. 4.18 – Micaxisto que apresenta uma elevada quantidade de moscovite. Aparece a ser cortado por filonetes de quartzo.	42
Fig. 4.19 – Micaxisto com grande quantidade de moscovite que apresenta microdobras	43
Fig. 4.20 – Filão de quartzo com uma espessura de cerca de 8cm que se encontra a cortar o micaxisto.	44
Fig. 4.21 – Alternâncias de micaxisto e níveis siliciosos acinzentados.	44
Fig. 4.22 – Xisto alterado com depósitos ferruginosos	45
Fig. 4.23 – Transição de um xisto ferruginoso para um xisto claro.	46
Fig. 4.24 – Micaxisto muito alterado com cores ferruginosas.	47
Fig. 4.25 – Micaxisto muito alteado com depósitos ferruginosos.	47
Fig. 4.26 – Quartzo-filito alterado com cimento argiloso.	47
Fig. 4.27 – Ampliação da imagem do Google Earth contendo os pontos 17 a 23.	49
Fig. 4.28 – Micaxisto com micas de grandes dimensões.	50
Fig. 4.29 – Micaxisto estaurolítico com estaurolite associada a bandas quartzosas. ...	50
Fig. 4.30 – Micaxisto muito alterado, de cor ferruginosa.	51
Fig. 4.31 – Micaxisto alterado, de com cores alaranjadas.	52
Fig. 4.32 – Falha com abertura de cerca de 4 cm, a cortar o micaxisto	52

Fig. 4.33 – Filitos intercalados com vaques com aspeto mosqueado (biotites cloritizadas) e cor avermelhada resultante da alteração das biotites.	53
Fig. 4.34 – Imagem ilustrativa de um vazio rodeado de óxidos de ferro (N//) Alternâncias com intercalações entre níveis filitosos e níveis gresosos.	54
Fig. 4.35 – Filonetes de quartzo paralelos à foliação das alternâncias dos níveis siliciosos e níveis gresosos.	55
Fig. 4.36 – Ampliação do Google Earth contendo os pontos 24 a 30.	55
Fig. 4.37 – Bancada mais pelítica, no local onde ocorre a passagem do filito para o vaque.	56
Fig. 4.38 – Bancada de vaque com cerca de 30 cm.	57
Fig. 4.39 – Lentícula grauvacóide inserida num nível pelítico.	58
Fig. 4.40 – Esquema representativo da lentícula grauvacóide inserida no filito.	58
Fig. 4.41 – Filitos com cores que ronda o cinzento escuro, onde aparecem lentículas de quartzo paralelas à foliação.	59
Fig. 4.42 – Esquema representativo da lentícula de quartzo paralela à foliação presente nos filitos cinzentos.	60
Fig. 4.43 – Zona pelítica.	60
Fig. 4.44 – Esquema representativo das clivagens presentes no nível pelítico.	61
Fig. 4.45 – Zona pelítica onde se observam duas clivagens distintas.	61
Fig. 4.46 – Esquema representativo das duas clivagens presentes na zona pelítica.	62
Fig. 4.47 – Bancada de quartzito cinzento a negro intercalado com filitos cinzentos.	62
Fig. 4.48 – Ampliação da Imagem Google Earth contendo os pontos 31 a 38.	63
Fig. 4.49 – Intercalações entre filitos cinzentos e quartzito, onde a bancada de quartzito possui uma espessura de cerca de 6 cm.	64
Fig. 4.50 – Intercalação entre níveis grauvacóides e quartzito. Estes níveis são cortados por filões de quartzo com espessuras de cerca de 4-5 cm.	65
Fig. 4.51 – Alternâncias entre vaques e níveis pelíticos.	66
Fig. 4.52 – Filitos cinzentos do Ediacárico e/ou Câmbrico (CXG)	66
Fig. 4.53 – Contacto entre o Carbonífero (xisto com restos vegetais) a E e o Câmbrico (filito) a W.	67
Fig. 4.54 – Esquema representativo da sequência estratigráfica que se observa no local.	68
Fig. 4.55 – Esquema representativo da continuação da sequência estratigráfica presente.	68

Fig. 4.56 – Esquema representativo da sequencia estratigráfica do Ediacárico e/ou Câmbrio (CXG) verticalizada.	69
Fig. 4.57 – Sequência de estratos verticalizados do Ediacárico e/ou Câmbrio (CXG), onde de W para E, temos filito, conglomerado, quartzo-filito, lentículas pegmatíticas e xistentas e metagrauwaque cortados por filonetes de quartzo e lentículas de quartzo de exsudação.	70
Fig. 4.58 – Quartzo de exsudação em deformação frágil no metagrauwaque.	71
Fig. 4.59 – Alternâncias ferruginosas de filitos com lentículas de quartzo de exsudação.	72
Fig. 4.60 – Quartzo com camadas ferruginosas.	72
Fig. 4.61 – Esquema representativo da massa de quartzo que separa o filito do conglomerado.	73
Fig. 4.62 – Massas de quartzo com espessuras entre 12-35 cm.	73
Fig. 4.63 – Filitos cinzentos com elevada quantidade de moscovite e alguma clorite. Estes apresentam lineação de crenulação.	74
Fig. 4.64 – Alternâncias de vaques muito gresosos com xistos cinzentos da Formação de Montalto.	75
Fig. 4.65 – Ampliação do Google Earth contendo os pontos 39 a 48.	75
Fig. 4.66 – Esquema representativo da sequencia estratigráfica.	76
Fig. 4.67 – Filão de quartzo.	77
Figura 4.68 – Esquema representativo das lentículas xistentas que cortam o filito. . .	77
Fig. 4.69 – Contacto entre o quartzito do Câmbrio e arenitos líticos com mica detrítica do Carbonífero.	78
Fig. 4.70 – Quartzito brechificado do Carbonífero.	79
Fig. 4.71 – Brecha do Carbonífero com clastos de quartzito negro, quartzito branco, quartzo, xisto negro e xisto, de diferentes granulometrias, entre 3cm – 0.5 cm. . . .	80
Fig. 4.72 – Brecha matriz suportada com clastos de reduzidas dimensões.	81
Fig. 4.73 – Quartzitos da Formação de Montalto em bancadas métricas alternando com xistos com espessuras entre 50 a 70 cm.	82
Fig. 4.74 – Escombreira com evidências de metantracite.	82
Fig. 4.75 – Microfotografias referentes à matriz da brecha, que ilustram a moscovite sericítica e óxidos de ferro, em nícois cruzados (NX).	83
Fig. 4.76 – Microfotografias que ilustram o quartzo e os óxidos de ferro presentes na matriz que envolve os cristais de estauroilite (NX).	83

Fig. 4.77 – Microfotografia que ilustra um cristal de estauroilite substituído por óxidos de ferro (NX).....	84
Fig. 4.78 – Microfotografia de um clasto de filito com foliação evidente (A) e um clasto de quartzito (B) (NX).....	85
Fig. 4.79 – Microfotografia de um clasto de vaque, constituído por quartzo, micas e óxidos de ferro (NX).....	85
Fig. 4.80 – Microfotografias de clastos de estauroilite substituídos por óxidos de ferro, em nicóis paralelos (N//).....	86
Fig. 4.81 – Imagem que ilustra a matriz da brecha de base do Carbonífero, onde se observa ainda um clasto de lidito ao centro da lâmina, ao microscópio petrográfico de luz transmitida em NX (A) e em N// (B).....	86
Fig. 4.82 – Microfotografia ilustrativa da composição de um clasto quartzoso do arenito lítico, sendo esta constituída essencialmente por quartzo (A) e por micas sericíticas (B) (NX).....	87
Fig. 4.83 – Microfotografia mostrando a matriz sericítica, com foliação marcada e rica em óxidos de ferro, contornando um clasto de quartzo (NX).....	88
Fig. 4.84 – Microfotografia de uma visão geral da lâmina, onde se observam os vazios, a preto, rodeados de óxidos de ferro à lupa.....	89
Fig. 4.85 – Microfotografia de um grão de turmalina N// (A) e de esfena-leucóxena entre as micas e grãos de quartzo N// (B).....	89
Fig. 4.86 – Microfotografia de vazios (a branco) rodeados de oxidação resultante da alteração da pirite (N//).....	90
Fig. 4.87 – Microfotografia do aspeto geral da lâmina, onde se observam os vazios oxidados, a preto (A), e o pormenor de um opaco NX (B).....	91
Fig. 4.88 – Microfotografia de uma turmalina (N//).....	91
Fig. 4.89 – Microfotografia de um vazio rodeado de óxidos de ferro (N//).....	91
Fig. 4.90 – Microfotografia de um esferólito parcialmente preenchido com pirite em N// (A) e em luz transmitida N// (B).....	92
Fig. 4.91 – Microfotografia geral dos clastos numa matriz quartzo-sericítica NX.....	93
Fig. 4.92 – Microfotografia de um grão de turmalina em matriz sericítica N//.....	93
Fig. 4.93 – Microfotografia de grão de quartzo policristalino (NX).....	94
Fig. 4.94 – Microfotografia de grão de turmalina detrítica (NX).....	94
Fig. 4.95 – Microfotografia de uma mica detrítica deformada e flexionada (NX).....	94
Fig. 4.96 – Microfotografia de micaxisto estauroilítico, muito alterado em N// (A) e NX (B).....	95

Fig. 4.97 – Microfotografia do turmalinito, onde se podem observar várias turmalinas (N//).....	96
Fig. 4.98 – Microfotografia do micaxisto, essencialmente moscovítico (mx) e das bandas quartzosas (qz) (A) em NX, e da turmalina (B) em N//.....	97
Fig. 4.99 – Microfotografia de uma microdobra bem definidas pela camada de quartzo (NX).....	97
Fig. 4.100 – Microfotografia de uma lenticula de quartzo, com a foliação moldada indicando uma deformação cisalhante direita (NX).....	98
Fig. 4.101 – Microfotografia ilustrativa da foliação dobrada, em dobramento compatível com cisalhamento direito (NX).....	99
Fig. 4.102 – Microfotografia de um porfiroblasto de estaurolite (st) fraturado (NX)....	99
Fig. 4.103 – Microfotografia de um grão de turmalina, em matriz quartzo-sericítica (N//).....	100
Fig. 4.104 – Microfotografia da foliação crenulada, definida pela orientação da moscovite (NX).....	100
Fig. 4.105 – Microfotografia da composição da amostra RM14, com quartzo e moscovite a marcar a foliação (NX).....	101
Fig. 4.106 – Microfotografia de uma estaurolite (st) não poissilítica (N//).....	102
Fig. 4.107 – Microfotografia de um cristal euédrico de turmalina pós-cinemática (N//).	103
Fig. 4.108 – Microfotografia da amostra RM17, onde se pode ver o quartzo (qz) em filonetes, a sericite (ss) e a moscovite fibrosa (mx) (NX).....	104
Fig. 4.109 – Microfotografia da turmalinização tardia (N//).....	104
Fig. 4.110 – Microfotografia das bandas de quartzo (qz) e da sericite (ss) (NX)....	105
Fig. 4.111 – Microfotografia de um pórfiro de biotite em N// (A) e em MX (B).....	106
Fig. 4.112 – Microfotografia da textura lepidoblástica, NX.....	107
Fig. 4.113 – Microfotografia das lâminas de quartzo (qz) e das lâminas de sericite (ss), NX.....	108
Fig. 4.114 – Microfotografia do filonete de quartzo, praticamente vazio, NX. Imagem que ilustra o aspeto geral do turmalinito, onde se podem observar várias turmalinas (N//).....	108

Lista de Abreviaturas

CXG	Complexo Xisto-Grauváquico
BCD	Bacia Carbonífera do Douro
ZCI	Zona Centro Ibérica
D1	1ª fase de deformação Varisca
D2	2ª fase de deformação Varisca
D3	3ª fase de deformação Varisca
F1	1ª fase de deformação da orogenia Varisca
F2	2ª fase de deformação da orogenia Varisca
F3	3ª fase de deformação da orogenia Varisca
N//	Nícois paralelos
NX	Nícois cruzados
mx	moscovite
qz	Quartzo
st	estaurolite
ss	Sericite
oxFe	óxidos de Ferro
bt	Biotite

Introdução

1.Introdução

O presente estudo pretende contribuir para um melhor conhecimento da geologia de um sector localizado a oeste do flanco inverso do Anticlinal de Valongo (Fânzeres - Gondomar). Este estudo foi desenvolvido utilizando vários métodos de análise, de forma a conseguir caracterizar a área em estudo, incluindo trabalho de campo com cartografia da área acima referida e o estudo de lâminas delgadas à escala microscópica de rochas recolhidas no campo. Até à data, apenas existia cartografia registada de 1957 da Carta Geológica à escala 1:50 000, folha 9-C, e da Carta Geológica 9-D à escala 1:50 000, datada de 1980 pelos Serviços Geológicos, e ainda da Carta Geológica de Portugal, Folha 1, à escala 1:200 000, datada de 1992 pelos Serviços Geológicos de Portugal. Existe ainda alguma cartografia realizada no âmbito de um trabalho sobre mineralizações do Distrito Mineiro Dúrico-Beirão (Couto, 1993), abrangendo o Anticlinal de Valongo e o Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) a oeste do mesmo. Tendo este aspeto em consideração, o objetivo deste trabalho é contribuir para definir com precisão a sequência estratigráfica ao longo de perfis NE-SW perpendiculares à estrutura principal, interpretando a estrutura e a variação do grau de metamorfismo com caracterização litológica dos diferentes litótipos observados.

Assim, elaborou-se um perfil transversal ao alinhamento estrutural regional, numa direção próxima de E-W a WNW-ESE, entre a proximidade do topo da Serra de Santa Justa (E) e a proximidade da aldeia de Montezelo (W), realizando um perfil geológico interpretativo, à escala aproximada de 1:3.000, onde se encontram inseridos os aspetos litológicos, estratigráficos, estruturais e/ou metamórficos, sobretudo no sector mais ocidental.

A região em estudo situa-se nas proximidades da Zona de Cisalhamento do Douro (oeste do flanco inverso do Anticlinal de Valongo), abrangendo formações com idades que vão desde o Ediacário e/ou Câmbrio (Complexo Xisto-Grauváquico) ao Carbonífero (Couto 1993). Assim, é importante a caracterização geológica da área em estudo de forma a melhor entender a sequência estratigráfica do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG) a oeste do Anticlinal, com diferentes graus de metamorfismo, e a relação deste com o Carbonífero.

1.1. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é o de identificar as diferentes litologias que ocorrem na região de Montezelo, bem como o de analisar a variação do metamorfismo no CXG de ocidente para oriente.

Este estudo envolveu a amostragem do local de estudo e de diferentes amostras colhidas em diversos locais ao longo do percurso efetuado. De forma a recolher mais informação destas amostras, foi realizado o estudo petrográfico de 18 amostras de um total de 26 recolhidas.

1.2 Trabalhos anteriores

A região de Valongo é importante do ponto de vista mineiro e paleontológico. Desta forma, ao longo dos últimos anos, alguns autores têm vindo a efetuar o estudo geológico da região, sendo que acerca da área em estudo neste trabalho, existe muito pouca informação.

De entre a lista bibliográfica, destacam-se alguns que proporcionaram a realização de um breve enquadramento geológico local e regional.

Assim, é de referir as notícias explicativas das cartas 9-C e 9-D à escala 1: 50 000, publicadas, respetivamente, por Costa & Teixeira, (1957) e por Medeiros (1980).

Um estudo a referir é o de Couto (1993), sobre as mineralizações de antimónio-ouro da região Dúrico-Beirã, em que foi efetuada cartografia geológica do CXG e que aborda parte da sequência estratigráfica observada na de Fânzeres.

Além destes estudos, noutros trabalhos publicados mais recentemente (Couto 2013, Couto & Knight 2014, Couto et al. 2014), foram efetuados estudos sobre o CXG, mais concretamente sobre a Formação de Montalto aflorante quer no núcleo do Anticlinal de Valongo, quer a ocidente do mesmo.

Geologia

2. Geologia

2.1 Enquadramento Geográfico

A área em estudo diz respeito à região entre Montezelo – Fânzeres e o Sanatório de Montalto – Serra de Santa Justa, localizada no norte de Portugal, a cerca de 20km a Nordeste da cidade do Porto, e pertencendo à União de freguesias de Fânzeres e São Pedro da Cova, concelho de Gondomar (Fig. 2.1).

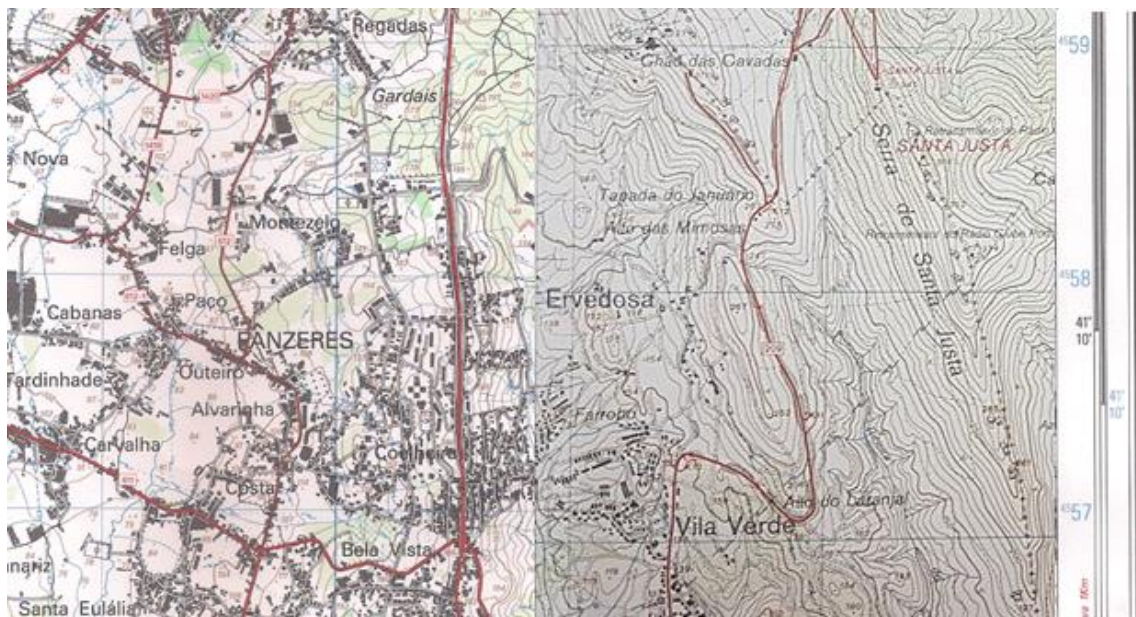


Fig.2.1 – Excerto das Cartas Militares de Portugal do Instituto Geográfico do Exército à Escala 1/25 000, nº 122 e 123, canto NE. Referência em UTM (Fuso 29N – Coordenadas Retangulares Quilométricas), WGS 84.

No que diz respeito ao sector mais oriental da zona em estudo, localiza-se na vertente ocidental da Serra de Santa Justa.

Em relação ao setor mais ocidental, este é muito urbanizado, com muitos terrenos agrícolas e zonas industriais (Fig. 2.2).



Fig. 2.2 – Imagem do Google Earth que demonstra a localização geográfica da zona em estudo.

De forma a realizar um estudo mais pormenorizado da região, foi efetuada a seleção de uma área de estudo, na qual foi realizado um corte segundo a direção NE-SW (Fig. 2.3), desde a proximidade do cume da Serra de Santa Justa (Sanatório de Montalto) até à proximidade da aldeia de Montezelo, a norte de Fânzeres. Este corte tem um comprimento, em linha reta, de cerca de 2 km.

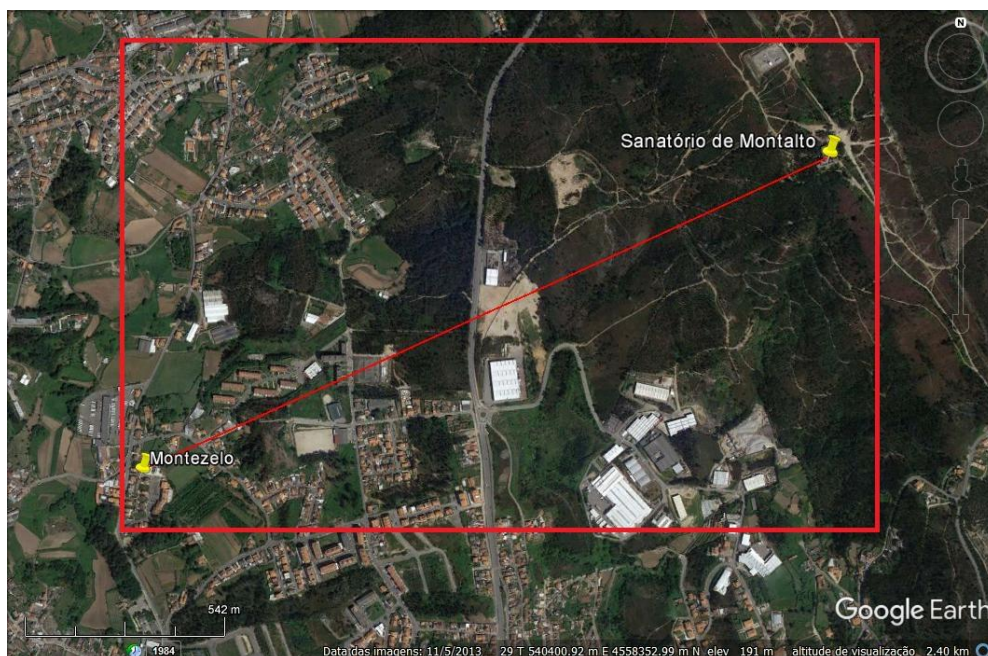


Fig. 2.3 – Imagem do Google Earth com a delimitação por um retângulo da área de estudo. Dentro deste está visível a localização do corte geológico desde a proximidade à aldeia de Montezelo até próximo ao Sanatório de Montalto, com um comprimento de 1,95km.

2.2 Enquadramento Geológico Regional

A região em estudo está integrada no soco varisco da Península Ibérica, sendo que do ponto de vista geotectónico se inclui na Zona Centro Ibérica (ZCI), como se observa na Fig. 2.4.

A ZCI é delimitada a oeste pela zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo com cisalhamento NNW-SSE e a sul pela zona de cisalhamento Tomar-Badajoz-Córdoba com uma orientação WNW-ESE a NW-SE.

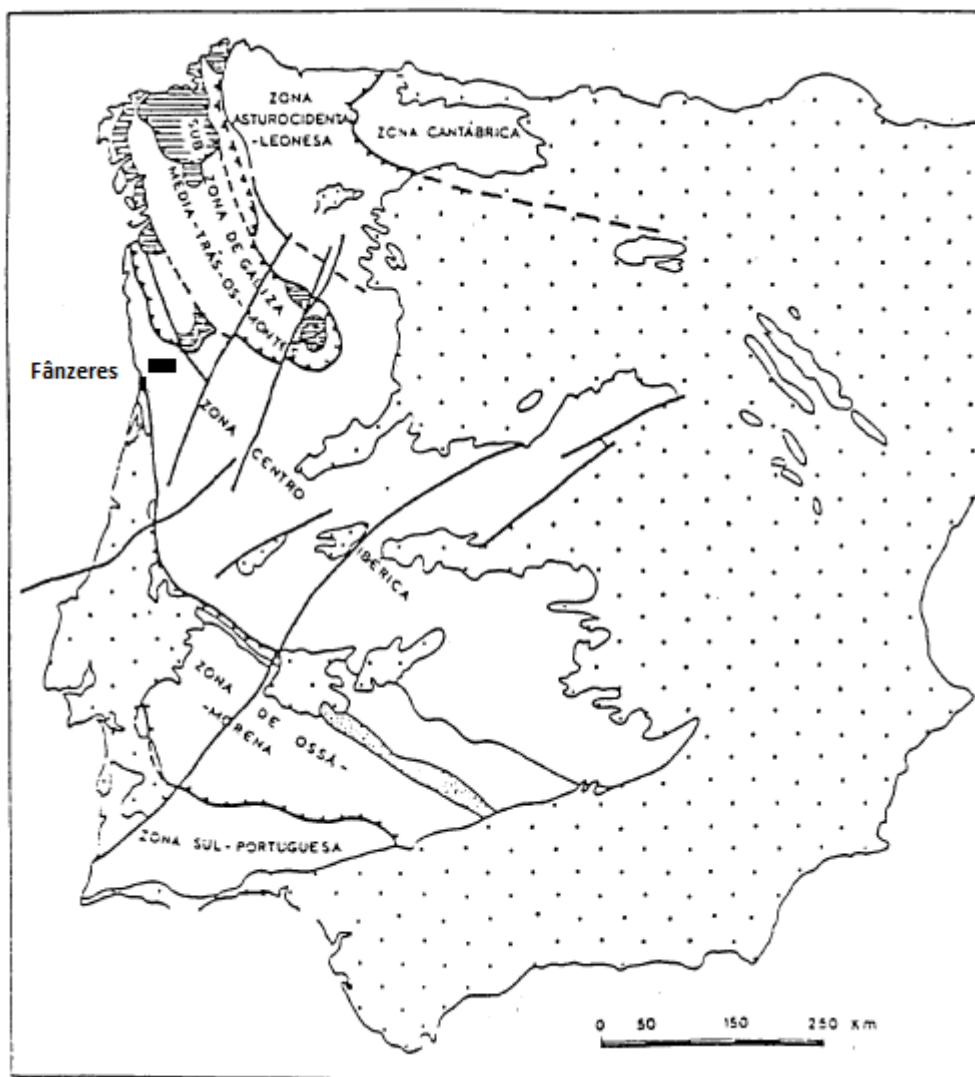


Fig. 2.4 – Representação esquemática da localização zona de estudo (Fânzeres) no enquadramento das zonas paleogeográficas e tectónicas do Maciço Ibérico, segundo a Carta Tectónica da Península Ibérica, modificada (Julivert et al, 1974).

Quando se fala na ZCI não se pode deixar de falar na orogenia Varisca, sendo esta de extrema importância quando se fala da Europa ocidental, uma vez que o seu

caráter polifásico afetou a formação da ZCI. O ciclo varisco é caracterizado por zonas geotectónicas com uma orientação que tende no sentido E-W (Matte e Ribeiro, 1975).

Com o intuito de compreender esta relação entre a orogenia Varisca e a ZCI, vários autores têm tentado explicar as várias fases de deformação da orogenia Varisca.

Um primeiro modelo indica que o dobramento varisco possuiu quatro fases de deformação, tendo sido a primeira (F1) a de maior importância. Nesta fase ocorreu a formação de dobras, cujo plano axial obedecia a uma orientação NW-SE, afetando assim a maioria da região norte de Portugal. Estas dobras eram atingidas por variações na orientação e assumiam uma orientação N-S na zona costeira e uma orientação que variava de E-W a ENE-WSW à medida que se ia para Este. As restantes fases (F2, F3 e F4) eram caracterizadas essencialmente por falhas e dobramentos muito localizados. No que diz respeito às idades, F1 teria ocorrido durante o Dinaciano ao Vestefaliano Inferior, tendo estas sido responsáveis por um metamorfismo orogénico do tipo Barroviano. As restantes fases teriam uma idade pós-vestefaliana (Schermerhorn, 1956; Oen, 1960, 1970).

Mais tarde, Matte (1968) referiu que apenas ocorreram duas fases de deformação. A fase F1 teria sido a de maior importância, tendo esta ocorrido entre o Devónico inferior e o Vestefaliano. Esta deformação foi a responsável pela geração de “nappes” de estilo superficial nas zonas mais externas e pela formação de dobras deitadas com grande amplitude que foram acompanhadas por metamorfismo e xistosidade nas zonas mais internas do maciço. Este autor refere ainda que apesar de F2 ser de menor importância, esta apresentaria estruturas com planos axiais subverticais, com algum paralelismo às da fase F1. Estas estruturas existem apenas nas zonas mais internas do maciço.

Um outro modelo, descrito por Ribeiro, 1974; Noronha *et al*, 1979 e Dias & Ribeiro, 1995, indica que a deformação da ZCI devido à orogenia Varisca ocorreu em três fases, tendo estas sido designadas por D1, D2 e D3. A fase D1, dependendo do tipo de terreno (autóctone, parautoctone ou alóctone) forma dobras com diferentes orientações e vergências, sendo que apresentam uma orientação predominantemente NW-SE. Estas apresentam um plano axial vertical nas regiões autóctones e vergentes nas regiões parautoctones. A fase D2 é representada sobretudo no alóctone e no parautoctone, apresentando uma acentuada vergência das dobras para SE. Nesta ocorre a formação de várias dobras deitadas com flanco inverso curto. Por último, a fase D3 corresponde ao F2 referido por Matte (1968) e, tal como D1, afeta todos os terrenos, implicando dobras largas de pequena amplitude com plano axial vertical. Nesta última fase de deformação, a foliação a ela associada depende essencialmente do tipo e da

orientação das anisotropias e foliações prévias. É de realçar também que, ao mesmo tempo que ocorria a fase D3, foram desenvolvidas zonas de cisalhamento dúctil, verticais (Fig. 2.5).

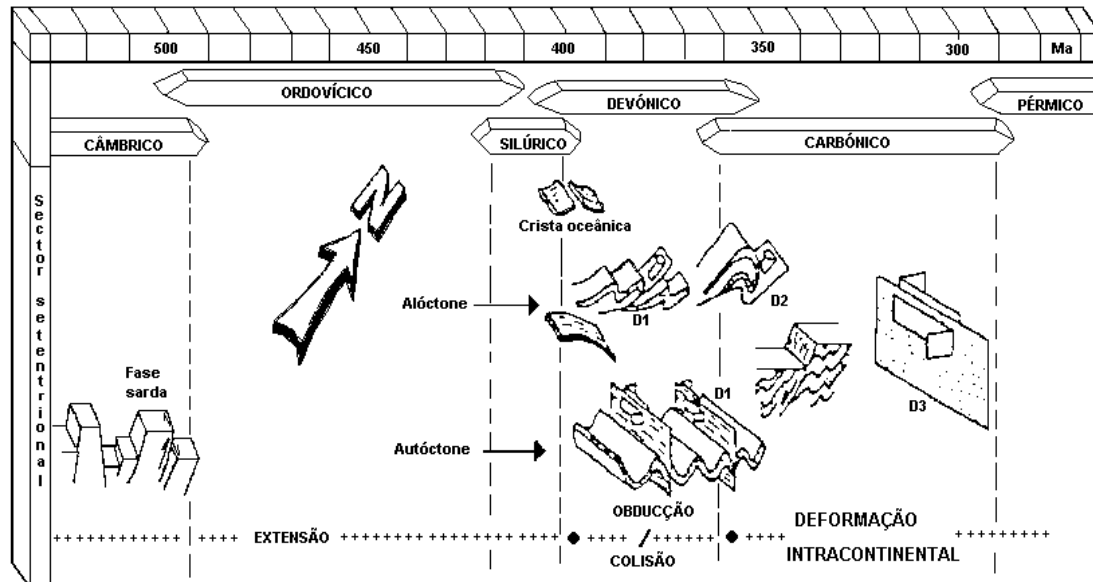


Fig. 2.5 – Representação esquemática das características e cronologia das principais fases de deformação varisca na ZCI (Dias & A. Ribeiro, 1994).

Resultante ainda da deformação Varisca, originou-se o anticlinal de Valongo, com uma orientação NW-SE. Esta estrutura é assimétrica, possuindo um eixo NW-SE, cujo flanco E mergulha 35° para NE e que se estende cerca de 20 km de Valongo a Castelo de Paiva, enquanto o flanco ocidental é subvertical e estende-se por 50 km de Valongo a Castro Daire (Ribeiro *et al.*, 1987).

Esta dobra assimétrica foi formada na primeira fase da Orogenia Varisca e foi reorientada posteriormente, na terceira fase. A deformação dos materiais produziu-se em regime de transpressão heterogénea (Dias & Ribeiro, 1991), da qual resultaram cisalhamentos esquerdos. As litologias da ZCI prendem-se essencialmente com granitos variscos de duas micas e/ou biotíticos e metassedimentos do Proterozóico a Paleozóico.

2.3 Geologia local

A área de estudo encontra-se inserida na folha 9-C e 9-D da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal (Fig. 2.6a e 2.6b).

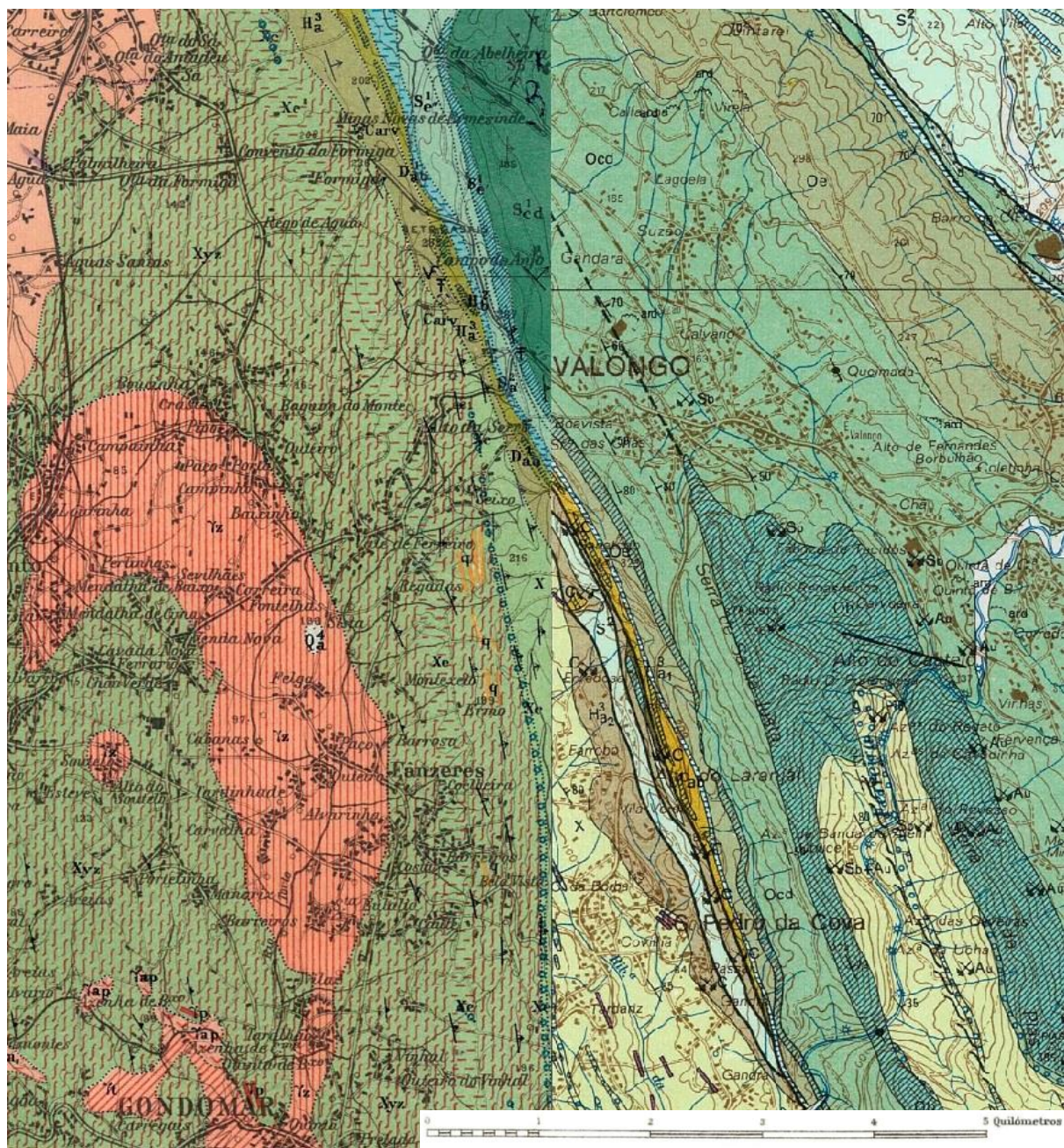
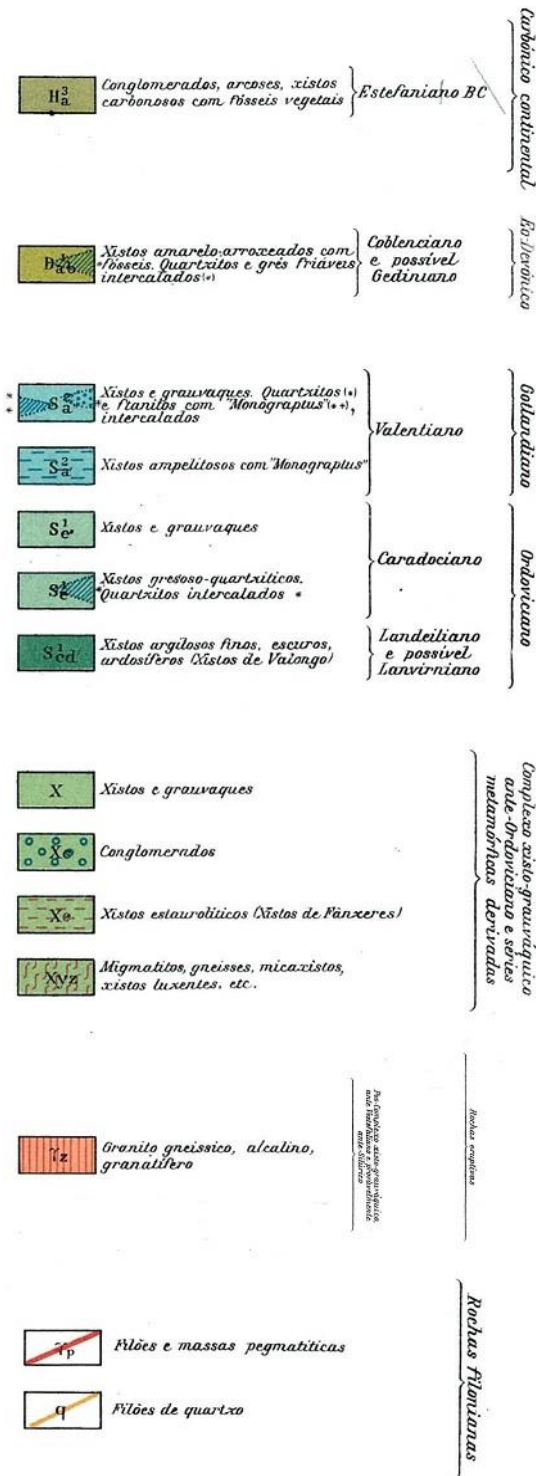
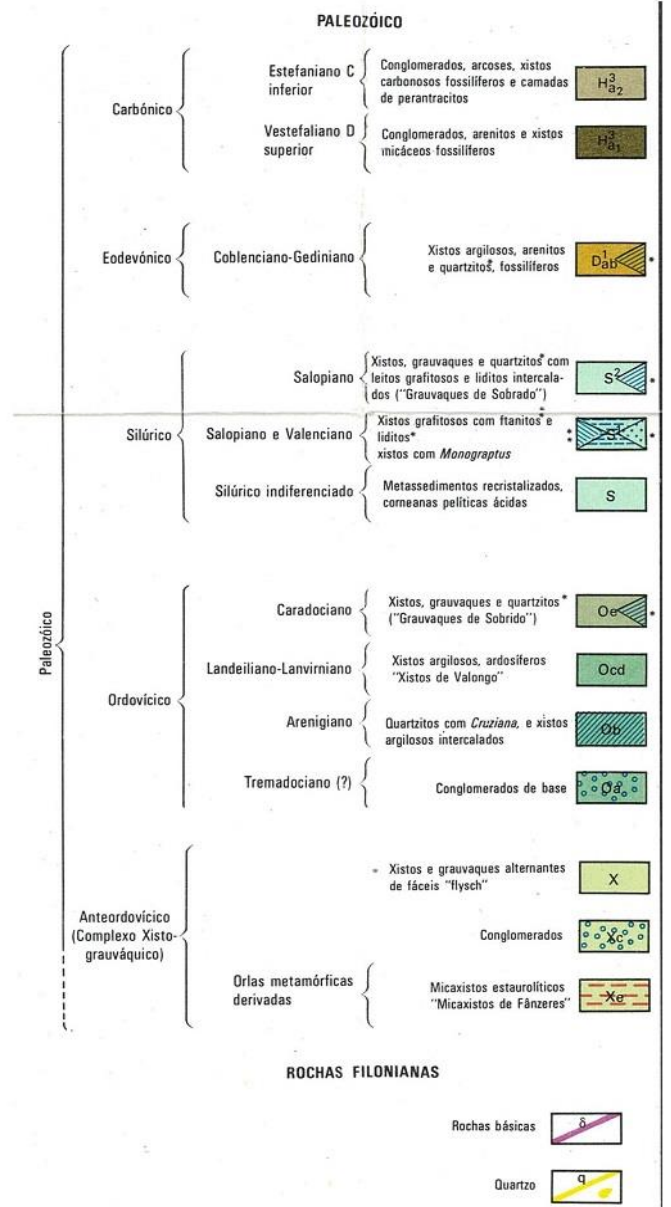


Fig. 2.6a - Excerto das folhas 9-C e 9-D da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50.000, adaptadas.



Excerto da legenda da Carta Geológica de Portugal, folha 9-C



Excerto da legenda da Carta Geológica de Portugal, folha 9-D

Fig. 2.6b – Excerto das legendas das folhas 9-C e 9-D, da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, adaptadas.

Conforme podemos verificar no mapa, na área afloram metassedimentos do **Ediacárico e/ou Câmbrico** (CXG) ao Carbonífero e granitos variscos.

Relativamente às formações mais antigas do CXG, Couto (1993) considerou duas unidades (a Unidade de Montalto e a de Terramonte, a sobrepor a anterior) que ocorrem quer a oeste, quer no núcleo do Anticlinal de Valongo. Assim, definiu duas associações litológicas nesta Unidade: uma inferior, constituída por xistos negros carbonosos, com alternâncias arenosas para o topo, que passam gradualmente para a associação litológica seguinte; e uma superior, constituída por alternâncias laminadas de sedimentos gresosos mais claros e sedimentos lutíticos mais escuros, de origem turbidítica. A Unidade de Montalto, mais recentemente designada por Formação de Montalto (Couto & Knight, 2014) é constituída por três associações litológicas: uma inferior, com xistos cinzentos a violáceos, grauvaques finos e rochas vulcânicas ácidas; uma intermédia com alternâncias de xistos de cor bege acinzentada e arenitos; e uma superior com conglomerados poligénicos, elementos predominantemente quartzosos, com níveis de pelitos e arenitos.

A Formação de Montalto inclui, assim, rochas de vários tipos como quartzitos, conglomerados poligénicos, pelitos, grauvaques e rochas vulcânicas (riólitos, dacitos e tufos). Estas rochas refletem episódios repetidos de vulcanismo, seguidos de reorganização vulcanoclástica durante o Câmbrico Médio a Superior em ambientes deposicionais marginais-marinhos, associadas à tectónica regional e a processos magmáticos (Couto & Knight, 2014).

Desta forma, estes autores propuseram que esta Formação teria uma idade de câmbrica a ordovícica basal.

No que diz respeito ao **Ordovícico**, Romano & Diggins (1974) consideraram três formações distintas que se encontram representadas nesta área. Estas formações foram: Formação de Santa Justa (Floiano, antigo Arenigiano); Formação de Valongo (Dapingiano-Darriwiliano, antigo Lanvirniano) e Formação de Sobrido (Hirnantiano, antigo Caradociano). Para além destas formações, em 2013, Couto considerou uma sequência vulcano-sedimentar (Tremadociano?) que será subjacente aos quartzitos do Floiano da Formação de Santa Justa.

A sequência vulcano-sedimentar descrita por Couto (2013), evidencia vulcanismo bimodal. As rochas desta sequência encontram-se intercaladas com conglomerados, quartzitos, vaques e xistos, considerando assim uma idade provável do Tremadociano. Estas rochas vulcânicas encontram-se relacionadas com a ocorrência de um processo de *rifting* continental, que poderá ter-se iniciado no Câmbrico (Couto et

al. 2014), correlacionando-se com a Formação “Olho de Sapo” (Couto & Lourenço, 2008).

Sobrepondo-se à sequência vulcano-sedimentar descrita acima, encontra-se a Formação de Santa Justa. Logo acima da sequência vulcano-sedimentar, ocorrem conglomerados, com elementos essencialmente quartzosos, de granulometria variável, com tamanho irregular. A estes seguem-se os quartzitos maciços do Floiano, vulgarmente designados por “Quartzitos Armorianos”. Estes apresentam estruturas orgânicas (icnofósseis de *Cruziana* e *Skolithos*) e diversas estruturas sedimentares (granoseleção, *ripple marks*, estratificação entrecruzada, *slumps*, estruturas de carga, *flame structures*), representando uma deposição em ambiente marinho litoral (Romano & Diggens, 1974; Oliveira *et al.* 1992). Sobreposta a estes quartzitos, encontra-se uma sequência finamente bandada constituída por alternâncias de xistos, vaques e quartzitos, onde foram identificados níveis vulcano-sedimentares (Couto, 1993). Interestratificados nesta sequência, ocorrem ainda níveis negros ricos em minerais feríferos (chamosite, clorite ferífera e siderite), por vezes oolíticos, com matéria orgânica. Nestes foram identificados fósseis de algas (*Botryococcus*, *Girvanella* e *Gloeocapsomorpha?*) e briozoários (Couto 1993, Couto 2013 e Couto *et al.*, 2014).

Logo acima, encontra-se a Formação de Valongo. Esta é constituída por siltitos rosa, siltitos cinzento-escuro e xistos, possuindo uma abundante e diversificada fauna fóssil (trilobites, graptólitos, braquiópodes, gasterópodes, cefalópodes, bivalves crinóides, cristóides, homolozoa, asterozoa e outras espécies mais raras onde se incluem os macaerídios (*Plumulites*) (Romano 1991, Couto & Gutiérrez-Marco, 1997, 2000, Gutiérrez-Marco *et al.* 2000 e Ausich *et al.* 2007). Na parte superior da Formação de Valongo, um horizonte ferruginoso (Couto 1993) evidencia uma lacuna estratigráfica em paraconformidade, onde se observa a ausência dos estratos do Darriwiliano superior, do Sandbiano e do Katiano (Couto *et al.*, 2013). Na zona terminal desta formação ocorrem nódulos, geralmente siliciosos ou fosfatados, estando estes relacionados com variações eustáticas de períodos de subida do nível do mar, onde o fluxo terrígeno diminui e a sedimentação é dominada por elementos bioclásticos (Loi & Dabard 2002).

O Ordovício Superior encontra-se representado pela Formação de Sobrido, sendo esta dividida em dois membros (Romano & Diggens 1974). Mais recentemente foi efetuada uma revisão desta Formação, tendo permitido novos dados estratigráficos e fazer uma reinterpretação dos processos sedimentares glaciáricos e da paleogeografia da região (Couto *et al.* 2013). O membro inferior da Formação de Sobrido é constituído por quartzitos com espessuras métricas geralmente lenticulares,

intercalados com siltitos e xistos que se sobrepõem aos xistos com nódulos da Formação de Valongo. Usualmente, este contacto é erosivo marcado por um horizonte ferruginoso, onde ocorrem alternâncias laminadas de argilitos na base do membro superior, apresentando a teto uma bancada milimétrica com fósseis de conchas (Couto *et al.* 2013). O membro superior é constituído por diamictitos maciços (fácies proximais) a laminados (fácies distais). Estes apresentam horizontes com óxidos de ferro e por vezes de manganês, fosfatos e chamosite oolítica, ocorrendo ainda variação lateral desta fácies para bancadas conglomeráticas com bases erosivas, intercalados em sequências rítmicas com xistos e diamictitos (Couto *et al.* 2013). Segundo Couto *et al.* (2013), as fácies dos membros inferiores da Formação de Sobrido, são interpretadas como depósitos *outwash* formados na proximidade do gelo, com transição lateral para leques que foram formados no contacto com as massas de gelo por fluxo de detritos (*debris flow*) e fluxo de massa (*mass flow*). As fácies presentes no membro superior foram interpretadas como depósitos distais (diamictitos laminados) e proximais (diamictitos maciços, quartzitos e conglomerados) (Couto *et al.* 2013).

O contacto entre o Ordovícico Superior e o **Silúrico** é variável, sendo muitas vezes um contacto erosivo entre diamictitos e quartzitos negros, sendo que na maioria dos casos, os diamictitos contactam com quartzitos de cor cinza ou xistos negros (Couto *et al.* 2013).

De acordo com Costa & Teixeira (1957), nesta zona ocorrem xistos ampelitosos com *Monograptus*, que formam duas faixas que acompanham externamente as manchas xisto-grauváquicas. A faixa oriental é mais regular e passa na Ferraria, em Camposa e segue em direção a Outeirosa, onde sofre uma pequena interrupção. Os xistos desta mancha são predominantemente graptolíticos. No que diz respeito à faixa ocidental, esta possui também xistos graptolíticos.

Observam-se ainda xistos argilosos finos, ardosíferos (xistos de Valongo), que ocupam o centro do anticlinal de Valongo. Subjacentes aos xistos ampelitosos, encontram-se espessas assentadas xisto-grauváquicas, estéreis do ponto de vista paleontológico. O Silúrico da faixa ocidental foi cortado por alguns acidentes tectónicos dos quais se salienta a falha de Recarei, de direção NE-SW, que atinge terrenos sedimentares e o granito (Costa & Teixeira, 1957).

Segundo a recente revisão de Piçarra & Gutiérrez-Marco (2001), a sucessão silúrica neste local é constituída por duas sequências litológicas. Na parte inferior da sucessão silúrica, ocorre uma sequência de chertes negros (liditos) e alternâncias de xistos negros de idade Landoveriano (Aeroniano – Telychiano inferior). Logo acima ocorre uma sequência de xistos micáceos escuros e negros que contêm uma fauna de

graptólitos do Llandovery e Venloquiano (Telychiano a Homeriano). Toda a restante sucessão silúrica possui uma idade incerta. É de realçar que os sedimentos da base do Silúrico correspondem às camadas quartzíticas do topo da Formação de Sobrido.

O **Devónico** ocorre aqui numa faixa estreita e descontínua, que se estende para noroeste entre Valongo e Esposende, situada no flanco inverso do Anticlinal de Valongo (Medeiros *et al.* 1980, Pinto de Jesus 2001). “A sucessão devónica inferior ocorre no flanco oeste do Anticlinal de Valongo e pertence à Formação de Telheiras” (Pereira 1992). Esta é dividida em dois membros. O membro inferior é constituído por quartzitos intercalados por arenitos micáceos negros e por xistos. O membro superior é formado por xistos avermelhados com espessura indeterminada (Pereira 1992).

A Formação de Telheiras engloba vários fósseis, nomeadamente trilobites, braquiópodes, peixes e restos de crinóides e ortoceratídeos. Este registo paleontológico indica que esta formação possui uma idade Lochkoviano (Teixeira *et al.* 1965).

O **Carbonífero** encontra-se aqui representado pela Bacia Carbonífera do Douro (BCD). A BCD estende-se desde S. Pedro Fins (Maia) até Janarde (Arouca), sendo a maior e mais importante bacia sedimentar do Carbonífero existente no Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão. Esta trata-se de uma bacia intramontanhosa, aberta em pull-apart esquerdo, apresentando diversos afloramentos datados do Estefaniano C Inferior (Pinto de Jesus 2001, 2003).

Segundo Wagner & Lemos de Sousa (1983) e Eagar (1983), a BCD é datada do Ghzeliano (Estefaniano C Inferior) a partir de, respetivamente, elementos paleobotânicos e paleozoológicos.

Esta Bacia encontra-se delimitada a SW, em quase toda a sua extensão, pelo Câmbrico (CXG), havendo contacto com outras formações do Carbonífero em Sete Casais e com terrenos do Silúrico em Janarde (Pinto de Jesus 2003). A NE, o contacto encontra-se marcado por uma falha inversa. Esta coloca formações do Paleozóico inferior que se encontram estruturadas no flanco inverso do Anticlinal de Valongo, sobre o Carbonífero (Pinto de Jesus 2001).

A BCD apresenta maioritariamente rochas sedimentares detríticas de diversas granulometrias (conglomerados a xistos). É possível observar também uma importante sedimentação fitogénica que deu origem aos carvões (metantracites) da BCD por incarbonização ante-tectónica (Lemos de Sousa 1973, Pinto de Jesus 2001).

Segundo Pinto de Jesus (2001, 2003), a BCD apresenta uma sequência estratigráfica e sedimentológica constituída por oito unidades tectonosedimentares (UTS). Da base para o topo, temos UTS A₁ (depósitos de brechas basais vermelho-acastanhadas ou cinza-escuras); UTS B₁ (depósitos fitogenéticos e pelíticos da base da

série que consistem em camadas alternadas / estratos de xisto e níveis de carvão); UTS C₁ (depósitos fluviais que cortam os estratos subjacentes através de contactos sedimentares francamente erosivos); UTS D₁ (depósitos fitogenéticos e pelíticos do topo da série, ocorrendo estratos muito fossilíferos nas sequências fluviais); UTS A₂ (depósitos de “brecha intracarbonífera”, encontrando-se em contacto tectónico, através de uma falha inversa, com estratos carbónicos subjacentes ou com os estratos silúricos que ocorrem dentro da BCD); UTS B₂ (depósitos fitogenéticos e pelíticos da base da série, semelhante em UTS B₁); UTS C₂ (depósitos fluviais, com estrutura e composição idênticas à UTS C₁); UTS D₂ (depósitos fitogenéticos e pelíticos do topo da série, com um registo sedimentológico semelhante a UTS D₁).

O Carbonífero de fácies continental aparece aqui representado por xistos amarelo-arroxeados com fósseis e por quartzitos e grés friáveis intercalados, onde os xistos finos argilosos são os predominantes. Aqui, observam-se ainda conglomerados, arcoses e xistos carbonosos com fósseis vegetais. (Costa & Teixeira, 1957).

Segundo Medeiros *et al.* (1980), o Carbonífero de fácies continental aparece representado na região de Penafiel por vários afloramentos, sendo o mais importante o que constitui uma faixa desde a tapada do Januário (1km a sudeste do Alto de Valongo) até ao rio Ferreira, passando por S. Pedro da Cova. Na região SE da carta 9-D, o Carbonífero assenta em discordância sobre o Ediacário e/ou Câmbrio (Xisto-Grauváquico), contactando a NE com os xistos do Devónico inferior ou com os xistos de *Monograptus* do Silúrico.

Na zona próxima a Fânzeres, existem faixas de xistos estaurolíticos, pertencentes ao Câmbrio, mais precisamente ao Complexo Xisto-Grauváquico ante-ordoviciano, que contêm numerosos e grandes cristais de estaurolite, quase sempre muito perfeitos, simples ou maclados (Costa & Teixeira, 1957).

Além da estaurolite, estes xistos apresentam ainda alguma distena. Estes são os predominantes nesta região (Costa & Teixeira, 1957).

Aparecem ainda xistos e grauvaques em série alternante do tipo “flysch” (Medeiros *et al.* 1980).

O granito presente na Fig. 2.6a, Granito de Fânzeres, é um granito porfiróide ou de grão grosseiro. Este é um tipo de granito que apresenta uma pequena área na carta do Porto, sendo que o principal afloramento se localiza no canto SW da mesma. Trata-se de um granito com anisotropia de carácter gnáissico com granada e com grandes placas de moscovite bem visíveis em afloramento (Costa & Teixeira, 1957).

Na área estudada, apenas afloram sequências metassedimentares do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG) e do Carbonífero, para além de algumas rochas filonianas ácidas e básicas.

As sequências mais antigas do designado CXG (Ediacário a Câmbrio) aflorantes na área de estudo são correspondentes à Formação de Montalto (Couto & Knight, 2014).

Metodologias

3. Metodologias

Numa fase inicial, foi efetuada pesquisa bibliográfica, seguida de trabalho de campo. Durante o trabalho de campo foram recolhidas amostras que necessitam da sua análise em laboratório, de forma a se obter uma melhor compreensão da geologia local.

Para este efeito, irão ser utilizados alguns métodos de análise, como petrografia.

De uma forma cronológica, a ordem de trabalhos foi:

- Recolha bibliográfica
- Trabalho de campo e recolha de amostras
- Análise macroscópica das amostras
- Análise microscópica das amostras, recorrendo a um microscópio

petrográfico

- Interpretação dos resultados
- Elaboração do perfil interpretativo

Resultados e Discussão

4. Resultados e Discussão

4.1 Trabalho de Campo e Amostragem

No âmbito dos objetivos definidos para este projeto, foi realizado trabalho de campo de modo a recolher amostras e interpretar a geologia desta região, com o propósito de realizar um perfil geológico interpretativo E-W e uma coluna estratigráfica da região. De forma a ser perpendicular à estrutura regional, foi definido um perfil geológico-interpretativo entre as proximidades da aldeia de Montezelo e a Serra de Santa Justa (Fig. 2.3).

Nesta fase, foi realizada uma análise da cartografia geológica do local, identificando as diferentes litologias presentes e efetuando o levantamento das várias estruturas, tais como falhas, filões, xistosidade/foliação e estratificação.

Para auxiliar no reconhecimento do local, foi definida uma área envolvente ao perfil geológico. Dentro desta área foram selecionados alguns locais (Figura 4.1) onde se procedeu ao levantamento das informações necessárias para a realização do mesmo, assim como da recolha de 18 amostras para posterior análise microscópica. A realização do perfil geológico tinha como principal objetivo a identificação das várias litologias presentes e interpretação da sequência estratigráfica. Assim, o estudo petrográfico tornou-se imprescindível para a realização deste objetivo.

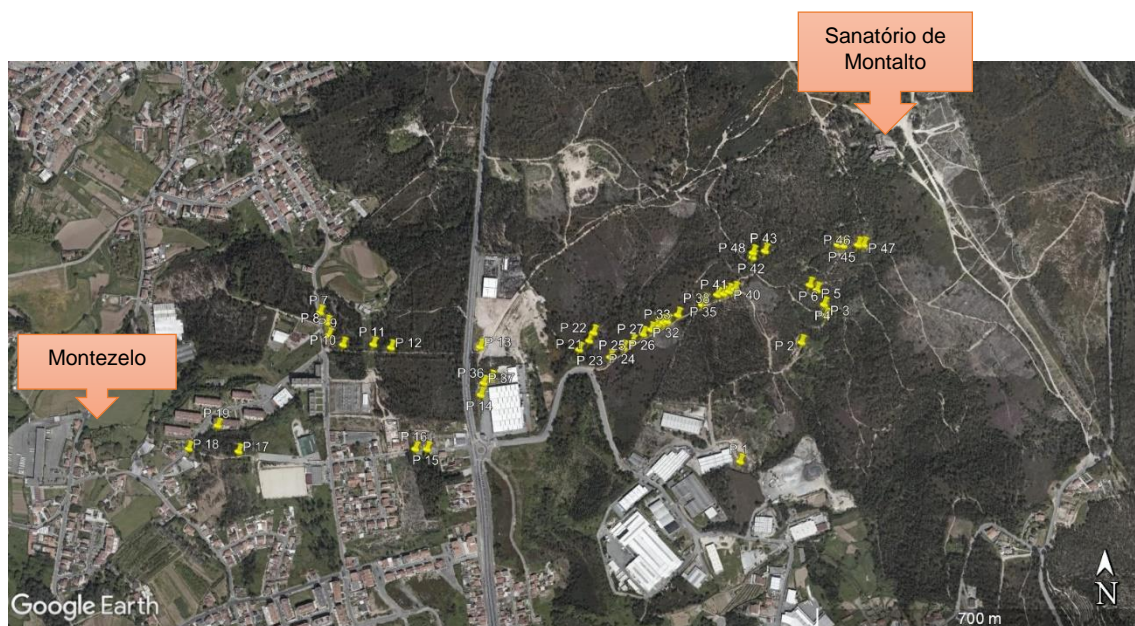


Fig. 4.1 – Imagem do Google Earth onde se encontram representados todos os pontos onde foi efetuada a descrição litológica e estrutural da região.

4.2 Descrição litológica e estrutural

Com o intuito de uma abordagem mais fácil, o reconhecimento da área de estudo foi efetuado por pontos obtidos com o GPS. Em cada ponto foi avaliada a geologia e procedeu-se ao levantamento das várias estruturas presentes.

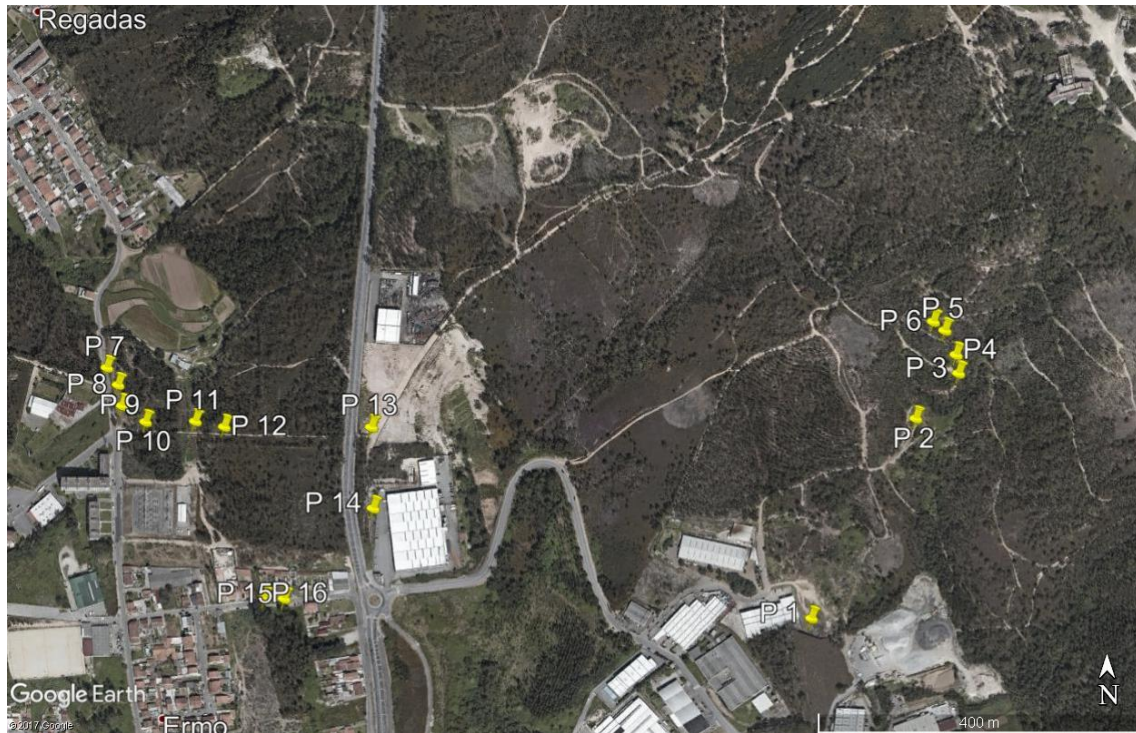


Fig. 4.2 – Ampliação da imagem do Google Earth contendo os pontos 1 a 16.

Ponto 1/2

Neste local a observação foi efetuada com base num talude. Neste talude o maciço rochoso encontra-se em bom estado, não apresentando grande alteração.

Em termos litológicos, observam-se litologias englobadas na sequência do Carbonífero, nomeadamente uma bancada de filitos castanhos que se encontra a sobrepor uma outra bancada de uma brecha de base do Carbonífero.

A brecha de base do Carbonífero encontra-se na parte inferior do talude. Esta possui uma cor negra, apresentando clastos angulosos, com dimensões até 2 cm, de diferentes litologias, desde quartzitos, liditos e vaques, tendo ainda sido assinalados clastos de cristais de estauroлите alterada. A observação de cristais de estauroлите vai de acordo ao observado por Fonseca (1953), que descreveu um conglomerado da BCD (S. Pedro da Cova), que possuía clastos de cristais de estauroлите. Nesta brecha podem ainda observar-se micas detríticas.

Em termos estruturais, esta brecha apresenta uma foliação (S_n) com orientação N 150°, 40° NE.

A topo, numa parte superior do talude temos uma fácies pelítica (filito), de cor acastanhada-acizentada, mais clara que a brecha (Fig. 4.3). Estes filitos apresentam clastos angulosos de pequenas dimensões (2-3 cm). Estes clastos são maioritariamente de quartzo e a matriz é argilosa.

Em termos estruturais, o filito apresenta uma foliação mais horizontal que a brecha. No entanto nestes depósitos continentais em que há rápida variação lateral de fácies, a foliação acaba por variar. A atitude medida desta S_n corresponde a N 180°/25°-30° E (Fig. 4.4).

O facto deste filito possuir clastos, pode indicar que estes tiveram origem em escoadas de lama, como refere Pinto Jesus (1986). A ocorrência destes filitos vai de acordo com o observado por Fernandes *et al.*, 1997, em que este observou xistos que possuíam clastos.



Fig. 4.3 – Esquema representativo do talude, onde se observa o filito em cima e a brecha de base do Carbonífero em baixo



Fig. 4.4 – Afloramento com litologias pertencentes ao Carbonífero. Na base temos uma brecha de base. A sobreposição temos filitos acastanhados.

Neste primeiro ponto foram recolhidas 5 amostras: 3 exemplares RM1a; 2 exemplares RM1b e 1 exemplar RM1c (ver Anexo I).

Ponto 3

Neste ponto continuam a observar-se litologias englobadas na sequência do Carbonífero. Neste local observam-se filitos acetinados, apresentando um médio grau de alteração. Mineralogicamente, este filito possui micas detriticas e uma matriz argilosa (Fig. 4.5).

Em termos estruturais, estes filitos apresentam uma foliação mais ou menos verticalizada que se encontra dobrada, possuindo uma orientação N 140°/40° NE (Fig.4.6).

Observa-se ainda uma dobra apertada sem foliação associada, o que indica que se formou a baixa temperatura. No entanto, esta dobra afeta a foliação existente. Esta dobra tem um plano axial com orientação N 115°/vertical e um eixo com orientação 20°N → 115°.

Podem-se ainda observar intercalações de bancadas quartzíticas centimétricas, com aproximadamente 20-30 cm de espessura.



Fig. 4.5 – Dobramento nos filitos acetinados.

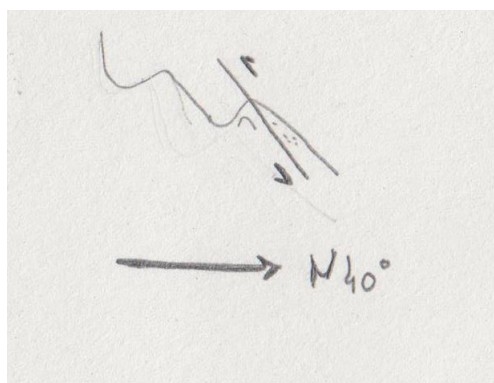


Fig. 4.6 – Esquema representativo da estrutura de dobramento dos filitos

Ponto 4

Neste local é possível observar litologias do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), inseridas na fácies dos xistos verdes, que pertencem à Formação de Montalto, de idade provavelmente câmbria, descrita por Couto (1993).

Intercalada nos metassedimentos, ocorre uma rocha alterada, possivelmente vulcânica, que apresenta um aspeto ferruginoso, devido à alteração, evidenciando disjunção esferoidal (Fig. 4.7).



Fig. 4.7 – Amostra de rocha oxidada com disjunção esferoidal

Neste ponto foram recolhidas 2 amostras – RM2a e RM2b.

Ponto 5

Aqui observa-se novamente uma litologia pertencente ao Carbonífero.

Em termos litológicos observa-se um conglomerado clasto-suportado, constituído por clastos de xisto negro, quartzo, arenito e filito. Estes clastos possuem diferentes dimensões, variando de 0.5 a 4 centímetros.

De acordo com a sua constituição, assume-se que este conglomerado corresponda a depósitos fluviais entrançados (Fig. 4.8).



Fig. 4.8 – Conglomerado do Carbonífero com clastos de xisto negro, quartzo, arenito e filito

Ponto 6

Em termos litológicos, neste ponto observa-se um arenito lítico que se engloba na sequência do Carbonífero. Este arenito apresenta fragmentos de rocha com dimensões muito reduzidas (0.5 cm) e micas detríticas, apresentando uma granoseleção positiva (Fig. 4.9).

A estratificação é sub-horizontal, a inclinar para N, onde se pode observar, por baixo do arenito uma bancada de quartzito e uma bancada de vaque (Fig.4.10).

Neste local existem ainda crostas ferruginosas constituídas por limonite. Estas crostas resultaram de períodos de emersão (Fig. 4.11).

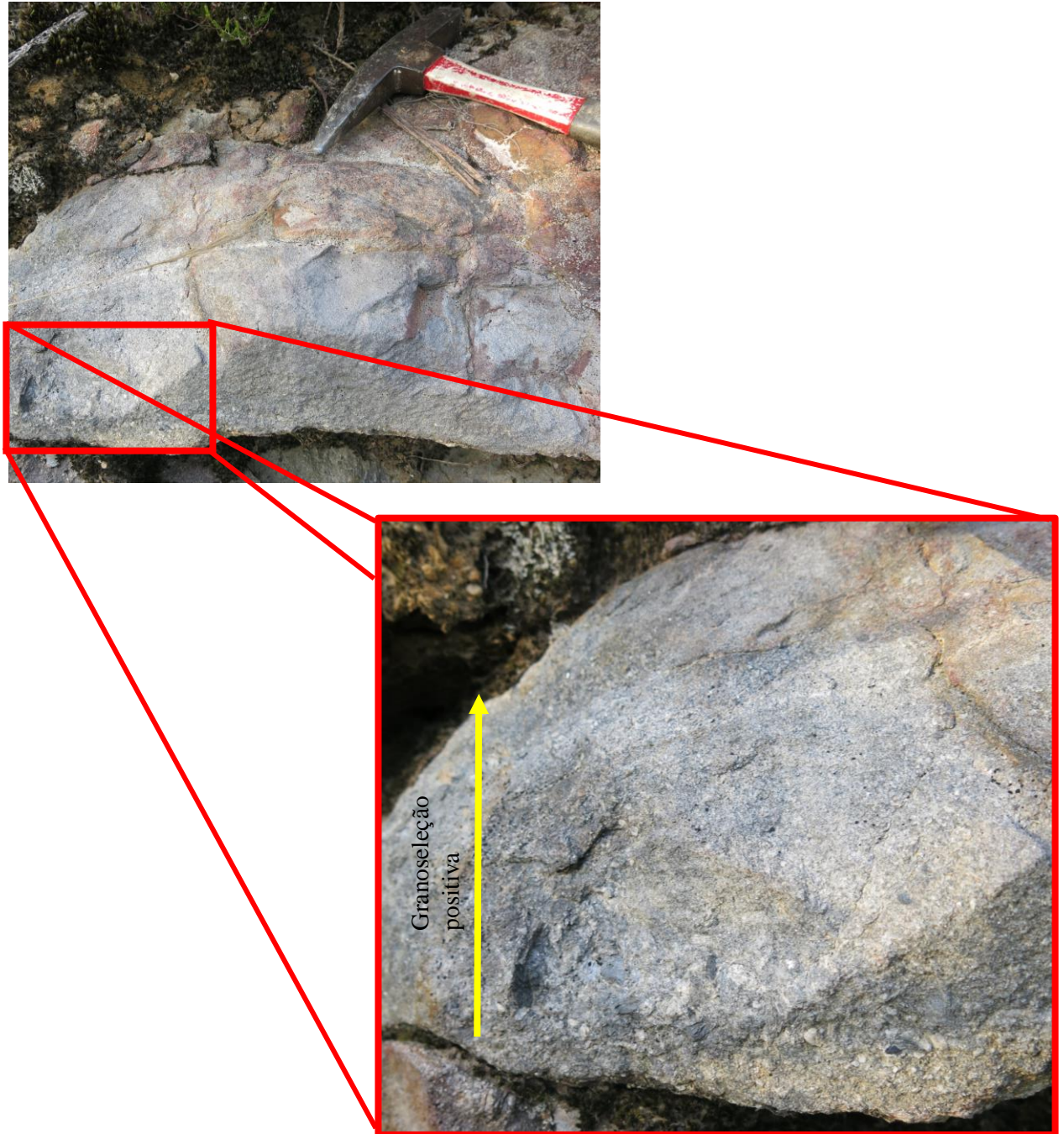


Fig. 4.9 – Evidência da granoseleção positiva no arenito lítico do Carbonífero. Notam-se os grãos mais grosseiros em baixo e os mais finos em cima.

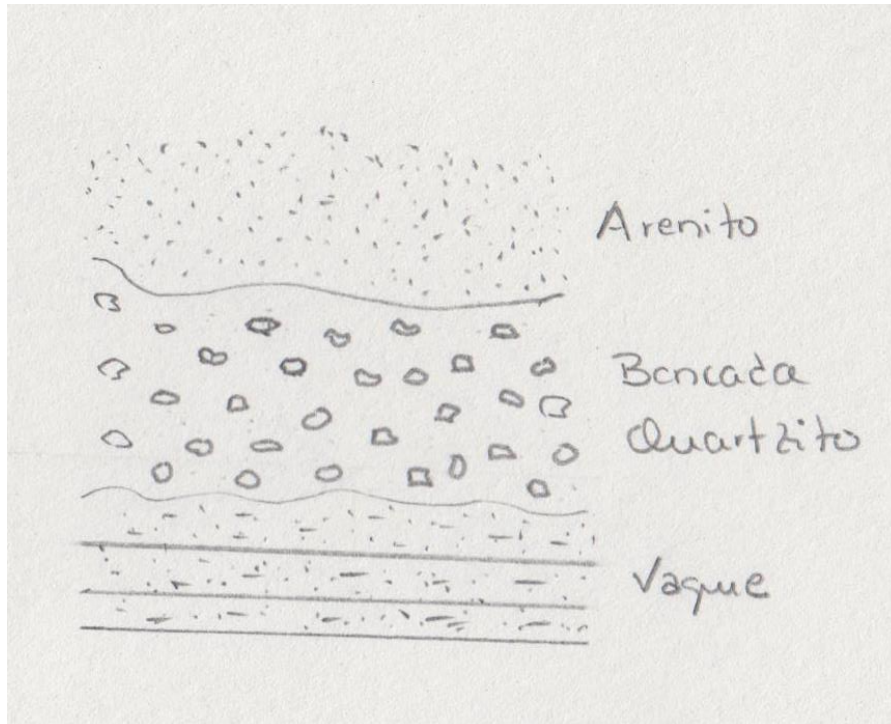


Fig. 4.10 – Esquema representativo da sequência que apresenta a topo o arenito lítico.



Fig. 4.11 – Crosta ferruginosa constituída por limonite, resultante de períodos de emersão.

Neste local foi recolhida uma amostra – RM3 (ver Anexo I).

Ponto 7

Neste local observam-se litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), inseridas na zona da estaurolite.

Neste ponto é possível observar dois taludes, encontrando-se eles em lados opostos da estrada principal. Tanto no talude E como no talude W da estrada observa-se uma rocha micácea (micaxisto) muito deteriorada, de cor ferruginosa.

Em termos estruturais, no talude W, a rocha apresenta uma foliação com orientação N154°, vertical, enquanto que no talude E, a rocha apresenta uma foliação N146°, 80° NE.

A Norte do micaxisto, no talude W, é possível observar um conglomerado com clastos maioritariamente de micaxisto, possuindo também clastos de quartzo. Estes possuem dimensões entre 5-6 cm. Este conglomerado apresenta uma cor ferruginosa apresentando-se muito alterado.

Mais a Norte, volta a aparecer o micaxisto, apresentado este uma foliação com orientação N154°, 88° NE.

No talude E, cerca de 6 metros a Sul do micaxisto, a foliação deste passa a ser N154°, vertical.

Ao caminhar para S, o mesmo micaxisto altera a sua foliação para N162°, 84° NE.

De um modo geral, este talude apresenta uma cor acastanhada, resultante dos óxidos de ferro, encontrando-se muito alterado e fraturado. Este apresenta alternâncias métricas entre o micaxisto ferruginoso e o conglomerado (Fig. 4.12).



Fig. 4.12 – Observação do lado W da estrada nacional, onde se observa micaxisto a S e a N, separado por conglomerado.

Neste ponto foram recolhidas duas amostras – RM4 e RM4a (ver Anexo I).

Ponto 8

Neste local observam-se litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), inseridas na zona da estaurolite. Neste ponto regista-se a presença de uma lenticula pegmatítica, muito pouco alterada, paralela à estrutura encaixante (Fig. 4.13). Esta é uma rocha homogénea, apresentando alguma alteração ferruginosa.

Em termos estruturais, este pegmatito possui uma foliação com orientação N162°, 82° NE.



Fig. 4.13 – Lenticula pegmatítica com alteração ferruginosa.

Ainda no mesmo talude, cerca de 2 metros para Sul, observa-se uma descontinuidade entre o pegmatito e um micaxisto turmalinizado (Fig. 4.14).

Em termos estruturais, a descontinuidade possui uma orientação N174°, 76° NE. O micaxisto turmalinizado apresenta estratificação com orientação N167°, 78° NE.

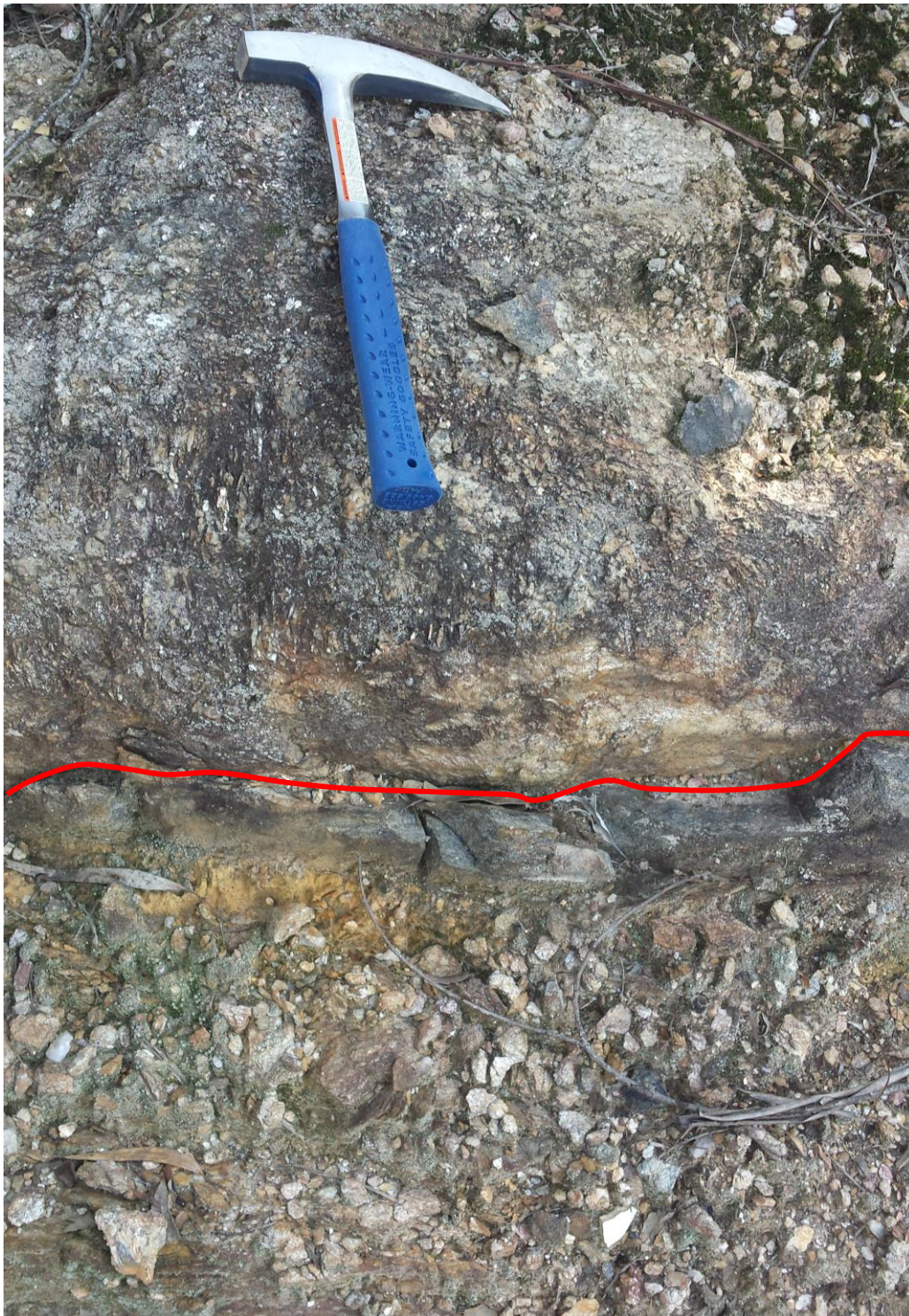


Fig. 4.14 – Descontinuidade entre a lenticula pegmatítica e um micaxisto turmalinizado.

Neste ponto foram recolhidas três amostras – RM5, RM6 e RM7 (ver Anexo I).

Ponto 9

Neste local continuam a observar-se litologias englobadas no Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), inseridas na zona da estaurolite.

Neste ponto pode-se observar um filão de quartzo com cerca de 25 cm de espessura, que possui uma orientação N178°, 76° NE. Este filão encontra-se a ser cortado por uma falha (caixa de falha com cerca de 16 cm), possuindo uma orientação N162°, subvertical (Fig. 4.15).

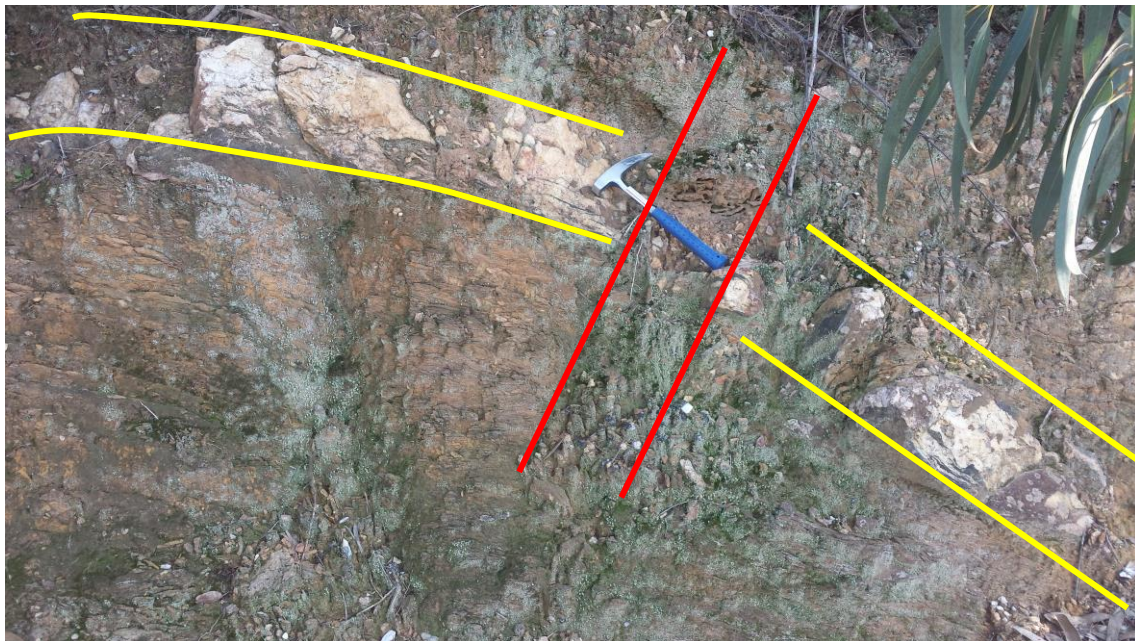


Fig. 4.15 – Filão de quartzo com cerca de 15 cm de espessura a ser cortado por uma falha cerca de 10 cm de caixa de falha.

Ponto 10

Neste local observam-se litologias englobadas no Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), inseridas ainda na zona da estaurolite.

Em termos litológicos, observa-se um micaxisto que apresenta oxidação, encontrando-se relativamente menos alterado que os micaxistos observados nos pontos anteriores.

Neste micaxisto é possível observar a presença de moscovite e de alguma turmalina. Este apresenta ainda algumas lenticulas de quartzo, inseridas no mesmo.

A xistosidade apresenta-se irregular E-W, a inclinar para Oeste.

Podem observar-se ainda algumas lenticulas de quartzo dentro do micaxisto (Fig. 4.16).



Fig. 4.16 – Micaxisto alterado com cor ferruginosa que apresenta lenticulas de quartzo.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM8 (ver Anexo I).

Ponto 11

Neste local continuam a observar-se litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), englobada na zona da estauroлите, nomeadamente um micaxisto estaurolítico muito alterado. Este micaxisto apresenta ainda micas detríticas e é constituído por um cimento argiloso.

Em termos estruturais, apresenta uma foliação $N174^{\circ}$, subvertical (Fig. 4.17).



Fig. 4.17 – Micaxisto alterado com cimento argiloso.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM9 (ver Anexo I).

Ponto 12

Neste local observam-se litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), englobadas na zona da estaurolite. Em termos litológicos é possível observar um micaxisto que possui uma elevada quantidade de mica branca.

Este apresenta-se recortado por alguns filonetes de quartzo com espessuras entre 1 – 3 cm.

Em termos estruturais, este micaxisto apresenta uma foliação N170°, 78° SSW (Fig. 4.18).



Fig. 4.18 – Micaxisto que apresenta uma elevada quantidade de moscovite. Aparece a ser cortado por filonetes de quartzo.

Ao caminhar para E, é possível notar que aparecem níveis desta rocha com uma menor percentagem de mica branca. Aqui o micaxisto aparece ainda mais ferruginoso que o anterior, apresentando uma foliação N146°, 68° NNE.

Estes níveis de micaxisto apresentam microdobras (Fig. 4.19).



Fig. 4.19 – Micaxisto com grande quantidade de moscovite que apresenta microdobras.

Ao caminhar mais para Este é possível observar um filão de quartzo com uma espessura de cerca de 15 cm que aparece a cortar estes micaxistos (Fig. 4.20).



Fig. 4.20 – Filão de quartzo com uma espessura de cerca de 8 cm, que se encontra a cortar o micaxisto.

Mais a E, é ainda possível observar alternâncias entre o micaxisto e níveis siliciosos acinzentados, que apresentam uma espessura de cerca de 1 cm (Fig. 4.21).



Fig. 4.21 – Alternâncias de micaxisto e níveis siliciosos acinzentados.

Neste ponto foram recolhidas duas amostras – RM8a e RM10 (ver Anexo I).

Ponto 13

Neste local observam-se litologias que se englobam na zona da biotite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Neste ponto observa-se um xisto de cor alaranjada devido à alteração pelos depósitos ferruginosos.

Em termos estruturais, este micaxisto possui uma foliação N168°, 85° E (Fig. 4.22).



Fig. 4.22 – Xisto alterado com depósitos ferruginosos.

Ao caminhar para S, nota-se que o xisto transita de uma rocha com cor ferruginosa a uma cor esbranquiçada que possui uma elevada quantidade de mica branca. Esta transição é evidente, como se pode observar na Fig. 4.23. Esta rocha apresenta-se recortada por filonetes de quartzo.



Fig. 4.23 – Transição de um xisto ferruginoso para um xisto claro.

Neste ponto foram recolhidas duas amostras – RM11 e RM12 (ver Anexo I).

Ponto 14

Neste local observam-se litologias englobadas na zona da biotite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). É possível observar um micaxisto, com uma reduzida quantidade de mica branca visível, apresentando uma cor ferruginosa, devido aos óxidos de ferro presentes.

Em termos estruturais, este apresenta uma foliação N58°, subvertical (Fig. 4.24).



Fig. 4.24 – Micaxisto muito alterado com cores ferruginosas.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM11a (ver Anexo I).

Ponto 15

Neste local observam-se litologias englobadas na zona da estauroлите do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Observa-se um micaxisto, que apresenta mica sericítica. Este xisto encontra-se alterado, possuindo óxidos de ferro (Fig. 4.25).

Em termos estruturais, este apresenta uma foliação $N178^{\circ}, 80^{\circ} NE$.



Fig. 4.25 – Micaxisto muito alterado com depósitos ferruginosos.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM13 (ver Anexo I).

Ponto 16

Neste local observam-se litologias pertencentes à zona da clorite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). É possível observar um quartzo-filito com cimento argiloso, de grão um pouco mais grosseiro que o habitual no quartzo-filito.

Em termos estruturais, esta rocha apresenta uma foliação N176°, 84° SW (Fig. 4.26).



Fig. 4.26 – Quartzo-filito alterado com cimento argiloso.

Neste local observa-se a descontinuidade entre o quartzo-filito e o micaxisto. Esta possui uma orientação N168°, 88° W.

O micaxisto encontra-se sujeito a múltiplos dobramentos.

A camada de quartzo-filito volta a aparecer a Sul do micaxisto, possuindo uma espessura de cerca de 10cm. A Sul do quartzo-filito volta a ter micaxisto. Assim podemos dizer que neste local temos alternâncias de quartzo-filito e micaxisto, com espessuras médias de 10 – 15cm.

O quartzito que se encontra mais a Sul do micaxisto possui uma foliação N176°, 82° SW.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM14.



Fig. 4.27 – Ampliação da imagem do Google Earth contendo os pontos 17 a 23.

Ponto 17

Neste local observam-se litologias pertencentes à zona da estauroлите do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Aqui aparece um micaxisto com mica branca que possui uma elevada dimensão (Fig. 4.28).



Fig. 4.28 – Micaxisto com micas de grandes dimensões.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM15.

Observam-se ainda, a cerca de 50 metros a E, um talude de micaxistos estaurólíticos. Estes possuem estaurólite associada a bandas quartzosas e mica branca de pequenas dimensões (Fig. 4.29).



Fig. 4.29 – Micaxisto estaurólítico com estaurólite associada a bandas quartzosas

Ponto 18

Neste local observam-se litologias pertencentes à zona da estaurolite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), nomeadamente um micaxisto com micas de pequenas dimensões, de cor ferruginosa, derivada dos óxidos de ferro presentes (Fig. 4.30).

Em termos estruturais possui uma foliação N107°, 70° SW.



Fig. 4.30 – Micaxisto muito alterado, de cor ferruginosa.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM16 (ver Anexo I).

Ponto 19

Neste local observam-se litologias pertencentes à zona da estauroлите do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), nomeadamente um micaxisto de cor amarelo-alaranjada.

Em termos estruturais, este possui uma foliação N184°, 76° NW (Fig. 4.31).



Fig. 4.31 – Micaxisto alterado, de com cores alaranjadas.

Observa-se uma falha, com cerca de 5 cm de abertura, que se encontra a cortar o micaxisto. Esta possui uma orientação N168°, 36° NE (Fig. 4.32).



Fig. 4.32 – Falha com abertura de cerca de 4 cm, a cortar o micaxisto.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM17 (ver Anexo I).

Ponto 20

Neste local observam-se litologias pertencentes à zona da biotite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), nomeadamente filitos acinzentados, que apresentam crenulação. Em termos estruturais, estes possuem uma foliação N155°, 85° SW.

Os filitos aparecem em intercalações com vaques que apresentam uma coloração avermelhada devido à alteração por óxidos de ferro. Os filitos apresentam um aspeto mosqueado, sendo estas muito provavelmente biotites cloritizadas. Os vaques também se encontram mosqueados (Fig. 4.33).



Fig. 4.33 – Filitos intercalados com vaques com aspeto mosqueado (biotites cloritizadas) e cor avermelhada resultante da alteração das biotites.

Ponto 21/22

Neste local observam-se litologias pertencentes à zona da biotite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Aqui observam-se, no chão, intercalações de níveis siliciosos (filitos) com níveis mais gresosos (níveis grauvacóides).

Em termos estruturais, vemos que a estratificação é paralela à foliação (N145°, 85° SW).

Cerca de 30 metros a W temos o afloramento, que possui uma foliação N160°, 90° (Fig. 4.34).



Fig. 4.34 – Alternâncias com intercalações entre níveis filitosos e níveis gresosos.

Neste afloramento notam-se uns níveis mais escuros entre os níveis filitosos e os níveis siliciosos, onde a foliação não é tão marcada.

Cerca de 10 metros a W, a foliação altera-se para N160°, 82° NE.

Neste ponto foi recolhida uma amostra – RM18 (ver Anexo I).

Ponto 23

Neste local observam-se litologias englobadas no Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), na fácies dos xistos verdes, pertencentes à Formação de Montalto, descrita por Couto, 1993.

Notam-se aqui as mesmas intercalações presentes no ponto anterior, sendo a foliação neste local N170°, 90°.

É possível observar, nos níveis mais escuros, filonetes de quartzo paralelos a Sn (Fig. 4.35).



Fig. 4.35 – Filonetes de quartzo paralelos à foliação das alternâncias dos níveis siliciosos e níveis gresosos.

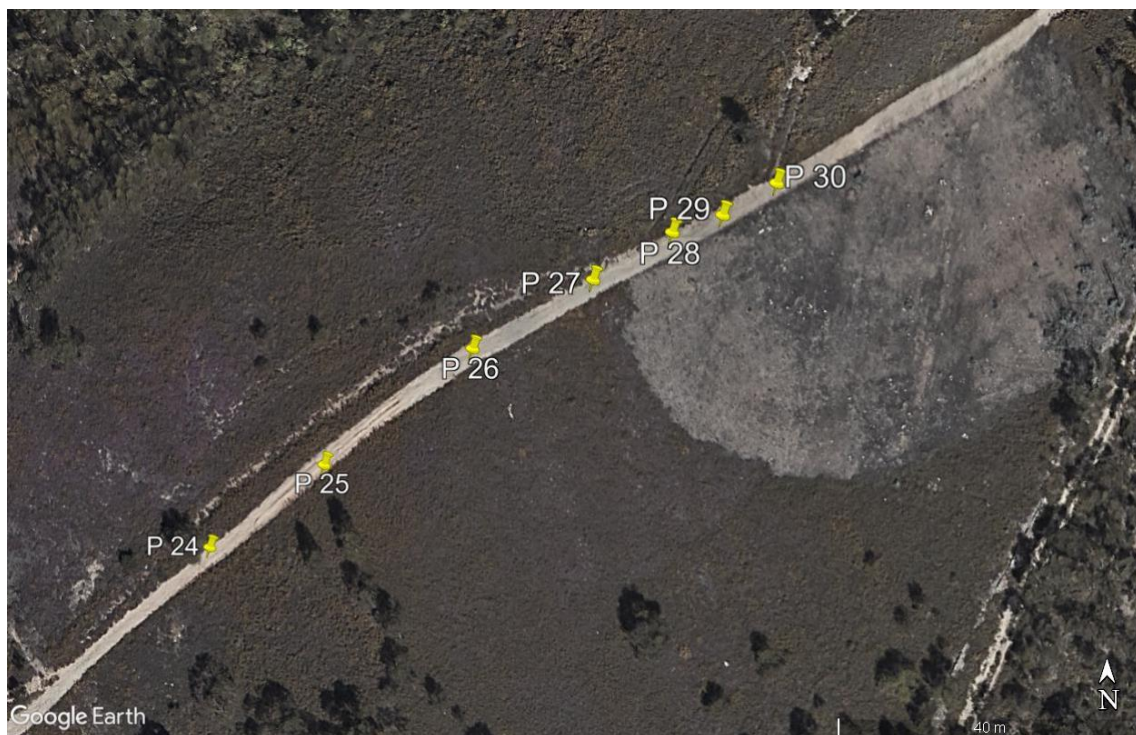


Fig. 4.36 – Ampliação do Google Earth contendo os pontos 24 a 30.

Ponto 24

Neste ponto continuam a observar-se litologias pertencentes à zona da clorite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG).

Neste local observa-se uma bancada mais pelítica (passagem do filito para vaque). Esta passagem não é bem evidente, conseguindo-se ainda notar as intercalações entre os níveis de filito e os níveis mais grauvacóides.

Em termos estruturais, a foliação desta bancada é N170°, subvertical (Fig. 4.37).



Fig. 4.37 – Bancada mais pelítica, no local onde ocorre a passagem do filito para o vaque.

Ponto 25

Neste local afloram litologias englobadas na zona da clorite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Ocorre uma bancada de vaque com cerca de 30 centímetros. Os vaques aparecem intercalados com os filitos (Fig. 4.38).



Fig. 4.38 – Bancada de vaque com cerca de 30 cm.

Ponto 26

Neste local afloram litologias englobadas na zona da clorite do CXG. Ocorrem lenticulas grauvacóides dentro dos níveis mais pelíticos (Fig. 4.39).

Estas lenticulas ocorrem com uma forma oval, sugerindo um movimento direito e encontrando-se preenchidas de argila e pequenas lenticulas grauvacóides (Figura 4.40).

O diaclasamento neste local tem uma orientação N80° a N100°.



Fig. 4.39 – Lenticula grauvacóide inserida num nível pelítico

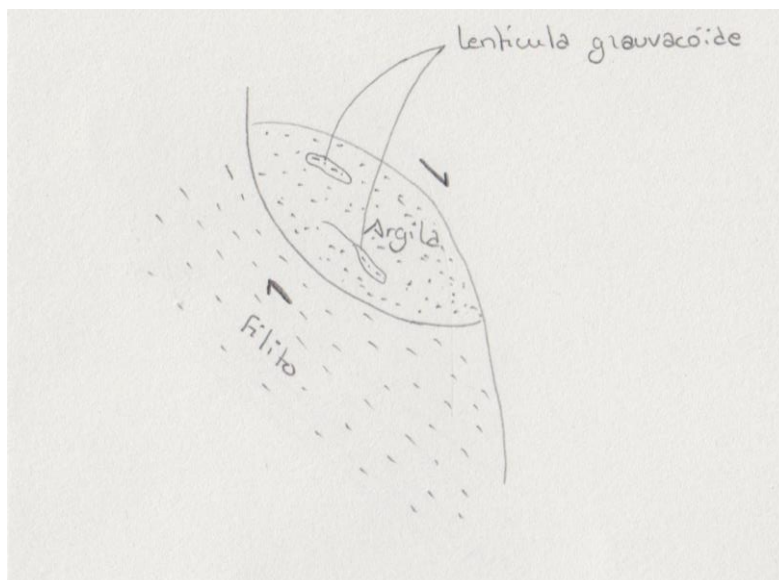


Fig. 4.40 – Esquema representativo da lenticula grauvacóide inserida no filito.

Ponto 27/28

Neste local afloram litologias pertencentes à zona da clorite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), nomeadamente filitos cinzentos escuros com quartzo a aparecer em lenticulas paralelas à foliação (Fig. 4.41). Estas lenticulas aparecem num movimento esquerdo e são totalmente preenchidas por quartzo (Fig. 4.42).

Aparecem ainda algumas intercalações mais pelíticas.

Em termos estruturais, a foliação nos filitos é N155°, 60° NE.



Fig. 4.41 – Filitos com cores que rondam o cinzento escuro, onde aparecem lenticulas de quartzo paralelas à foliação.



Fig. 4.42 – Esquema representativo da lenticula de quartzo paralela à foliação presente nos filitos cinzentos.

Ponto 29

Neste local afloram litologias pertencentes à zona da clorite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Neste ponto ocorre uma zona pelítica de cor cinzenta.

Em termos estruturais, estes pelitos apresentam duas clivagens (Fig. 4.43):

- S1 – N130°, 60°-70° NE
- S2 – N80° a N90°, 50° N

Neste local o S1 é paralelo a S0. O S2 é paralelo ao plano axial da dobra (Figura 4.44).



Fig. 4.43 – Zona pelítica.

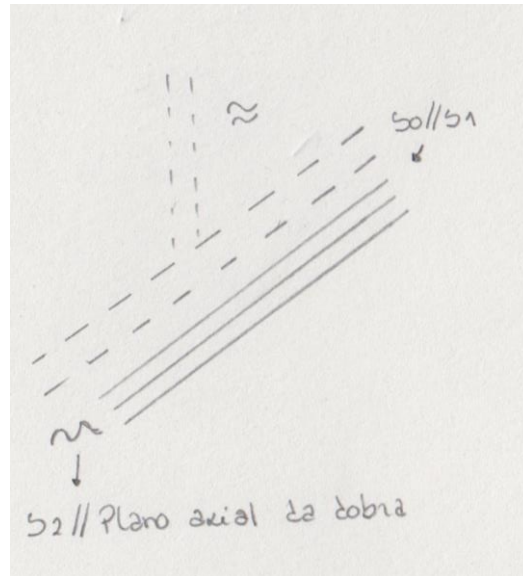


Fig. 4.44 – Esquema representativo das clivagens presentes no nível pelítico.

Ao caminhar para E, nota-se que as orientações das clivagens dos pelitos se alteram (Fig. 4.45):

- S1 – N130°, 55° NE
- S2 – N125°, 45° NE,

tal como pode ser observado na Fig. 4.46.



Fig. 4.45 – Zona pelítica onde se observam duas clivagens distintas.

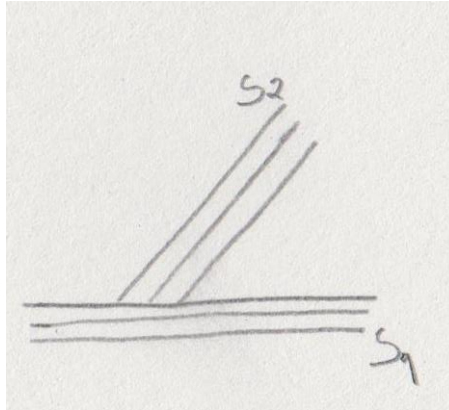


Figura 4.46 – Esquema representativo das duas clivagens presentes na zona pelítica.

Ponto 30

Neste local afloram litologias pertencentes à zona da clorite do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). Litologicamente, neste local observa-se a primeira bancada de quartzito cinzento a negro, budinado, possuindo uma espessura de cerca de 5 centímetros. Este quartzito aparece intercalado com filitos cinzentos (Fig. 4.47).

Em termos estruturais, neste local, o S₀ tem uma orientação N140°, 70° NE.

Ao caminhar para NE, nota-se a existência de bancadas centimétricas de quartzito que vão ficando cada vez mais espessas.

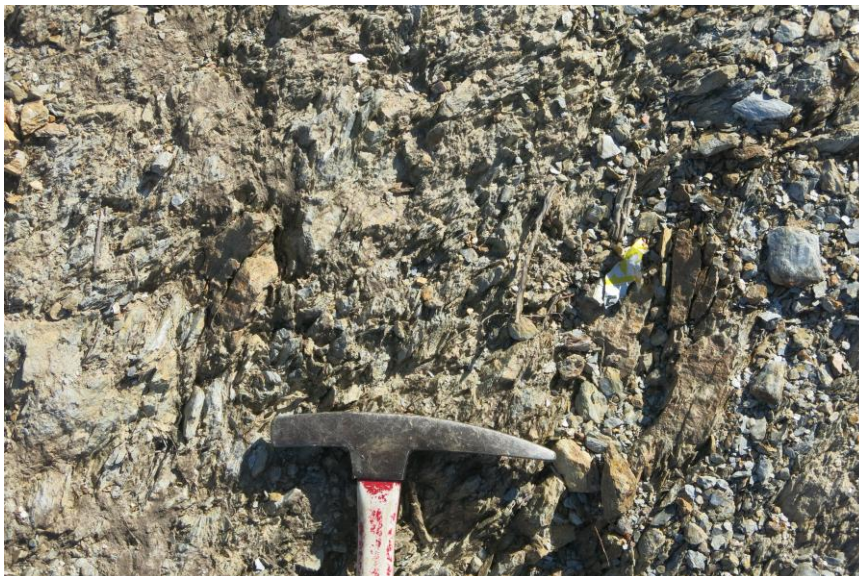


Fig. 4.47 – Bancada de quartzito cinzento a negro intercalado com filitos cinzentos.

Neste local foram recolhidas duas amostras – RM19 e RM20.



Fig. 4.48 – Ampliação da Imagem Google Earth contendo os pontos 31 a 38.

Ponto 31

Neste local continuam a ocorrer litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), mais precisamente à zona da clorite.

Litologicamente, neste local ocorre um quartzito que possui as mesmas características do referido no ponto anterior. No entanto, este quartzito possui alguma alteração, mas continua a ocorrer intercalado com os filitos cinzentos.

Esta bancada de quartzito possui uma espessura de cerca de 6 centímetros (Fig. 4.49).

Estruturalmente, nos níveis mais pelíticos, S2 tem uma orientação N120°, 60° NE e S0 possui uma orientação N145°, 65° NE.



Fig. 4.49 – Intercalações entre filitos cinzentos e quartzito, onde a bancada de quartzito possui uma espessura de cerca de 6 cm.

Ponto 32

Neste local continuam a ocorrer litologias englobadas no Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), na zona da clorite, continuando a observar-se o quartzito intercalado com níveis mais grauvaquídeos. Estas rochas são cortadas por filonetes de quartzo com espessuras de cerca de 4-5 cm. A foliação da rocha que se encontra junto ao filonete de quartzo encontra-se um pouco alterada (Fig. 4.50).

Neste local observa-se ainda um dolerito (ou diabase). O dolerito apresenta uma espessura superior à de todas as bancadas vistas anteriormente, atingindo 3,5 metros. Este dolerito é homogéneo e totalmente alterado, possuindo foliação N20° e paralela a S0 (N140° a N145°). Esta rocha ocorre intercalada na sequência do Câmbrio.



Fig. 4.50 – Intercalação entre níveis grauvacóides e quartzito. Estes níveis são cortados por filões de quartzo com espessuras de cerca de 4-5 cm.

Ponto 33

Neste local ocorrem litologias do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG). A partir deste ponto, a rocha começa a tornar-se mais grauvacóide, com bancadas com mais de 5 centímetros de espessura, observando-se alternâncias de vaques com níveis pelíticos (Fig. 4.51). Ao caminhar para E, as bancadas voltam a ser mais pelíticas.



Fig. 4.51 – Alternâncias entre vaques e níveis pelíticos.

Ponto 34

Neste local ocorrem litologias do Ediacárico e/ou Câmbrio (CXG). Neste ponto ocorre a passagem das alternâncias para os filitos (Fig. 4.52).

Em termos estruturais, estes possuem uma $S_0 // S_n$: N155°, sv.



Fig. 4.52 – Filitos cinzentos do Ediacárico e/ou Câmbrio (CXG)

Ponto 35

Neste local ocorre o contacto entre o Carbonífero (xisto com restos vegetais) a E e o Câmbrico (filito) a W (Fig. 4.53).

Litologicamente, o Carbonífero inicia-se por um nível de um xisto negro, argiloso, com prováveis restos de fósseis vegetais (que se salientam pelo preenchimento de pirofilita), que possui uma espessura de cerca de 20 cm. A W ocorre o filito cinzento que possui as mesmas características do filito dos pontos anteriores (Fig. 4.54).

Em termos estruturais, o filito possui uma foliação N150°, 60° SW.



Fig. 4.53 – Contacto entre o Carbonífero (xisto grafitoso) a E e o Câmbrico (filito) a W

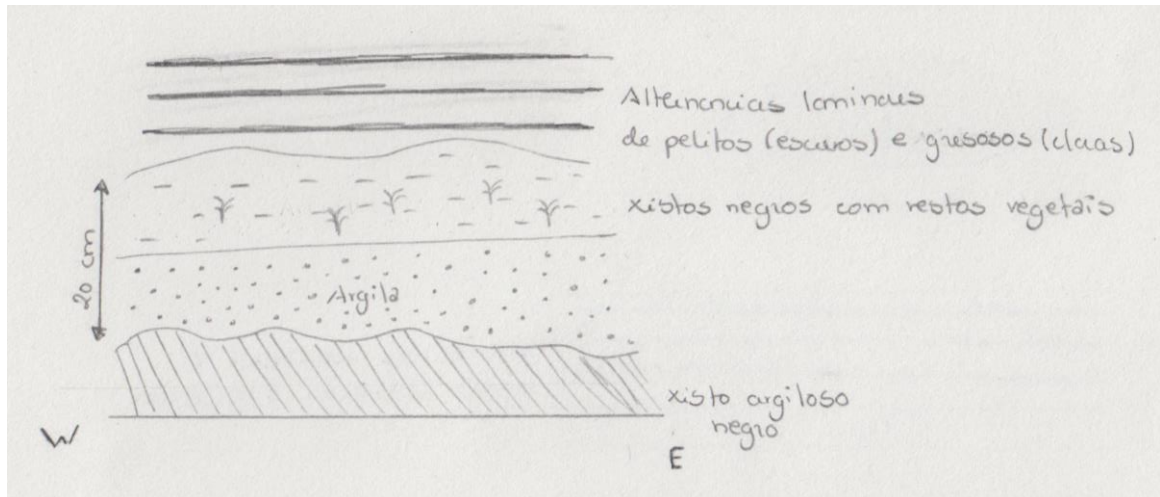


Fig. 4.54 – Esquema representativo da sequência estratigráfica que se observa no local.

A E do xisto negro, encontram-se alternâncias laminadas (pelíticas mais escuras e gresosas mais claras). Os pelitos possuem micas detríticas.

Ao continuar para Este, continua-se a subir na sequência do Carbonífero. Por sequência temos, na base do Carbonífero, os xistos argilosos. De seguida aparece um estrato de alternâncias laminares de níveis pelíticos e níveis gresosos, seguido de um estrato de arenito que possui uma lentícula de xistos argilosos não laminados, tal como demonstrado no esquema da Fig. 4.55.

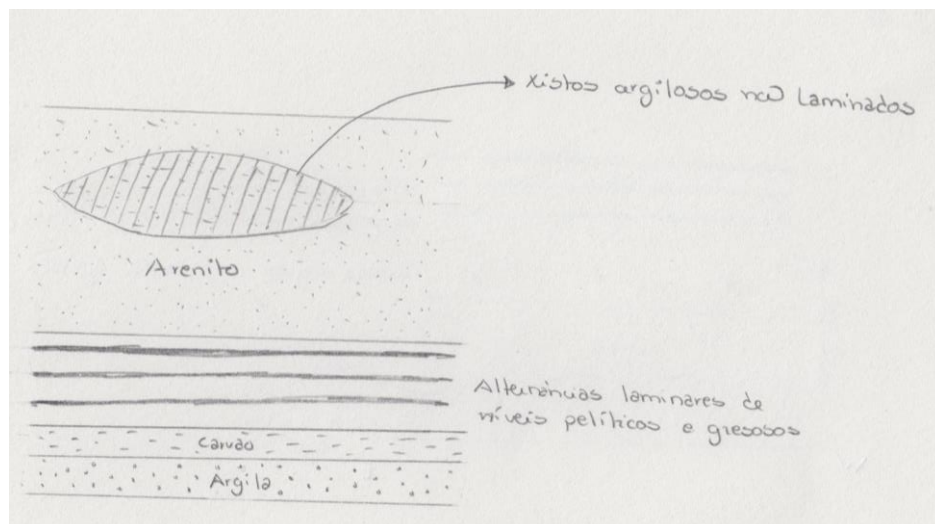


Figura 4.55 – Esquema representativo da continuação da sequência estratigráfica presente.

Em termos estruturais, a sequência tem uma estratificação N160°, 60° NE.

Ponto 36/37

Neste local ocorrem litologias do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), mais precisamente da zona da biotite. Neste local observam-se vaques com intercalações de níveis pelíticos, onde os níveis mais pelíticos possuem lineação de crenulação:

- Crenulação sub-horizontal com um eixo $25^\circ \rightarrow N140^\circ$.

Em termos estruturais, observa-se uma sequência de estratos verticalizados, apresentando de W para E, filito, conglomerado, quartzo-filito, lenticulas pegmatíticas e xistentas e metagrauvaque (Fig. 4.56).

O metagrauvaque aparece a ser cortado por uma massa de quartzo com uma espessura de cerca de 2,5 metros (Fig. 4.57). O quartzo presente nesta sequência possui pirite e crostas ferruginosas derivadas da oxidação dos sulfuretos.

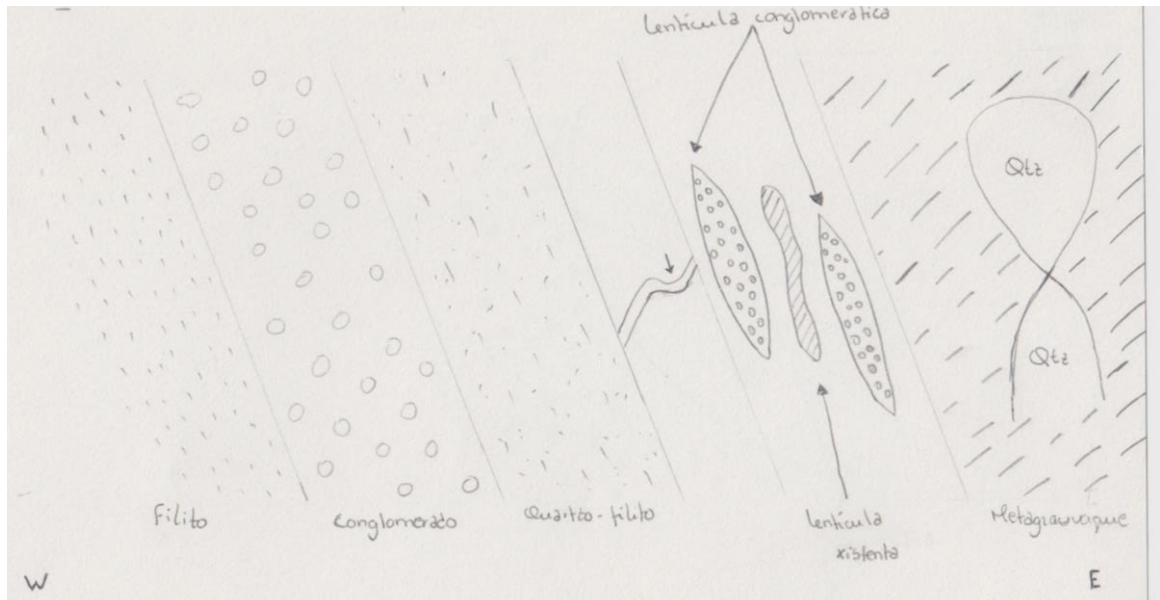


Figura 4.56 – Esquema representativo da sequência estratigráfica do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG) verticalizada.



Fig. 4.57 – Sequência de estratos verticalizados do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), onde de W para E, temos filito, conglomerado, quartzo-filito, lentículas pegmatíticas e xistentas e metagrauvaque cortados por filonetes de quartzo e lentículas de quartzo de exsudação.

Em termos estruturais, a lentícula xistenta presente na sequência estratigráfica apresenta uma foliação $N170^{\circ}, 65-70^{\circ} NE$. A dobra representada na Fig. 4.56 possui um eixo $20-25^{\circ} \rightarrow N150^{\circ}$. O filito possui uma foliação $N150^{\circ}, 85^{\circ} NE$.

Este quartzo (Fig. 4.58) encontra-se em deformação frágil, sendo este de exsudação. O metagrauvaque possui uma foliação $N140^{\circ}, sv W$ e apresenta-se muito diaclasado.

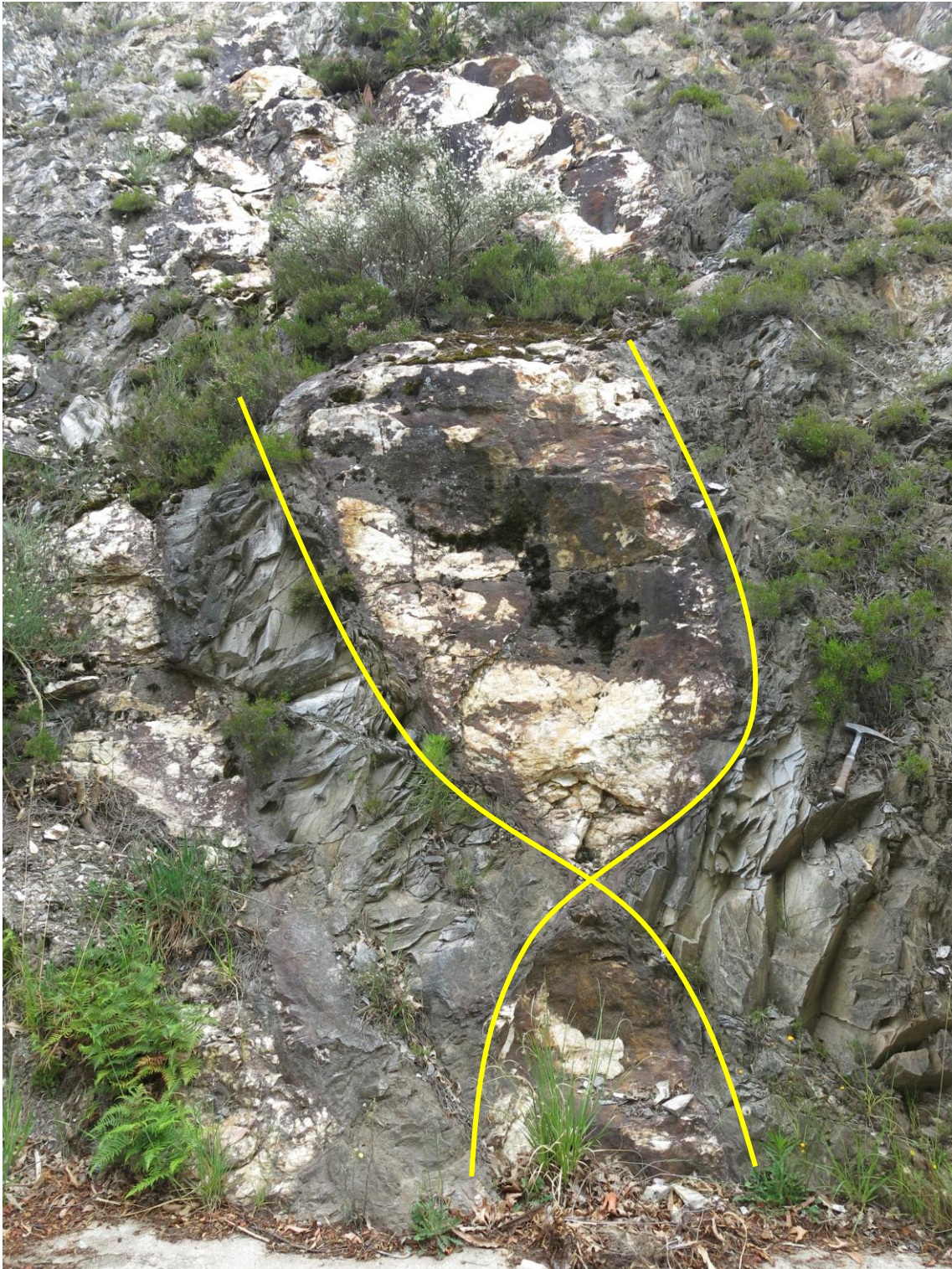


Fig. 4.58 – Quartzo de exsudação em deformação frágil no metagrauvaque.

Este maciço apresenta ainda alternâncias ferruginosas de filitos que parecem ser iguais às alternâncias que existem em Alto Sobrido (Couto 1993) (Fig. 4.59). Estas alternâncias apresentam lentículas de quartzo.



Fig. 4.59 – Alternâncias ferruginosas de filitos com lenticulas de quartzo de exsudação.

Alguns do quartzo presente neste maciço apresenta ainda camadas ferruginosas, evidenciando alteração de sulfuretos, como se pode observar na Fig. 4.60.



Fig. 4.60 – Quartzo com camadas ferruginosas.

No contacto entre os filitos com as alterações ferruginosas e o conglomerado, é possível observar massas de quartzo com menores dimensões que a anterior referida,

possuindo espessuras entre 12-35 centímetros (Fig. 4.61), tal como se pode observar na Fig. 4.62.

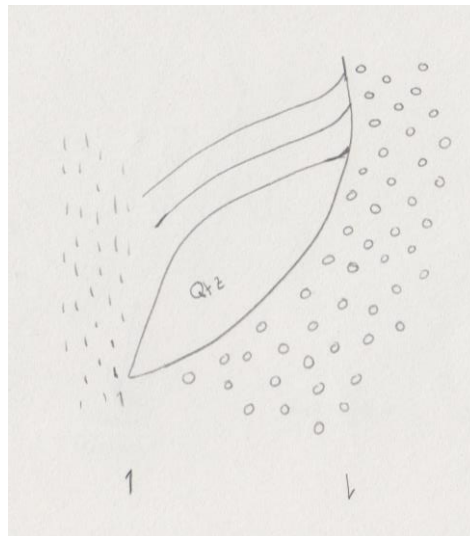


Figura 4.61 – Esquema representativo da massa de quartzo que separa o filito do conglomerado.



Fig. 4.62 – Massas de quartzo com espessuras entre 12-35 cm.

No lado W do talude, referente ao ponto 37, podem-se observar filitos acetinados, com uma elevada quantidade de moscovite a marcar a foliação e alguma clorite. Estes filitos apresentam lineação de crenulação (Fig. 4.63).



Fig. 4.63 – Filitos cinzentos com elevada quantidade de moscovite e alguma clorite. Estes apresentam lineação de crenulação.

Por comparação com as sequências estratigráficas definidas em trabalhos anteriores, como em Couto (2013), este afloramento de filitos acetinados, encontra-se englobado na Formação de Montalto.

Ponto 38

Neste local ocorrem litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio, englobadas na Formação de Montalto. Litologicamente é possível observar um vaque que possui algumas micas detríticas.

Em termos estruturais, este apresenta uma foliação N10° - 30°, 50° NW.

Ao caminhar para E, observam-se alternâncias de vaques muito gresosos com xistos cinzentos (Fig. 4.64).



Fig. 4.64 – Alternâncias de vaques muito gresosos com xistos cinzentos da Formação de Montalto



Fig. 4.65 – Ampliação do Google Earth contendo os pontos 39 a 48.

Ponto 39

Neste local ocorrem litologias do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), enquadradas na Formação de Montalto. Litologicamente, neste ponto é possível observar níveis mais pelíticos. A transição do Carbonífero para o Ediacário e/ou Câmbrio (CXG) não se encontra bem definida, não visível em afloramento. Em termos estruturais, a foliação nestes níveis é $N80^{\circ}, 50^{\circ} S$.

Ponto 40

Neste local ocorrem litologias do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), enquadradas na Formação de Montalto.

A partir deste ponto é possível observar uma sequência estratigráfica de litologias variadas (Fig. 4.66). De W para E temos níveis pelíticos cinzentos com micas detriticas, com foliação $N50^{\circ}, 60^{\circ} SE$, em que $S0//Sn$. De seguida aparecem quartzitos brancos com cerca de 8 metros de espessura. Logo acima temos xistos (nível pelítico) com extensão de cerca de 70 cm, voltando a aparecer o quartzito. A foliação nos xistos é $N170^{\circ}, 45^{\circ} E$, sendo $Sn//S0$ (Fig. 4.67).

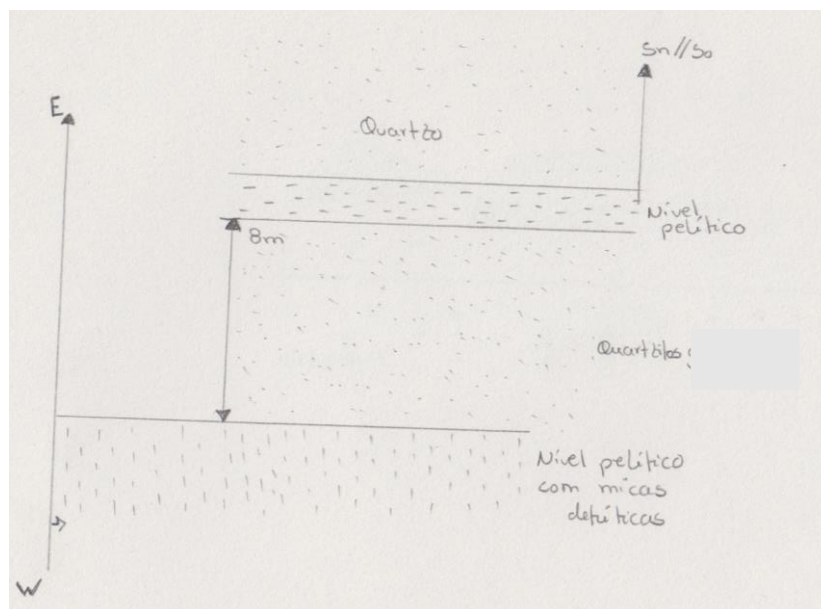


Fig. 4.66 – Esquema representativo da sequência estratigráfica.



Fig. 4.67 – Filão de quartzo

Ponto 41

Neste local continuam a ocorrer litologias do Ediacário e/ou Câmbrio (CXG), da Formação de Montalto, nomeadamente alternâncias entre bancadas quartzíticas e níveis mais pelíticos. Nos níveis mais pelíticos ocorrem lenticulas de quartzito (Fig. 4.68). Estas alternâncias possuem espessuras centimétricas, atingindo tamanhos até 30 cm.

Ao caminhar para E, estas camadas vão-se repetindo. Desta forma, percebe-se que esta sequência sofreu dobramento.

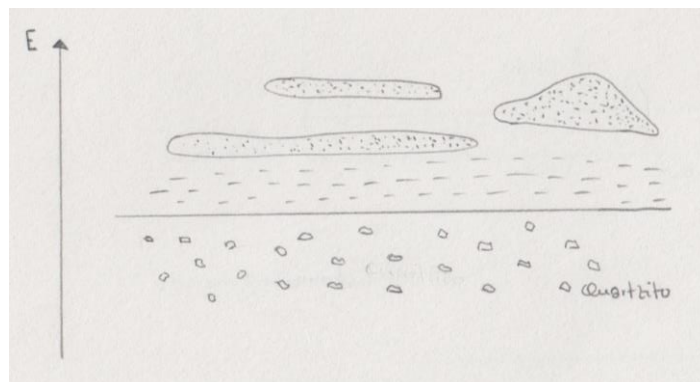


Figura 4.68 – Esquema representativo das lenticulas xistentas que estão incluídas no filito.

Em termos estruturais, observa-se que os níveis pelíticos possuem uma foliação de $N130^{\circ}$, 40° NE, em que $S_0//S_n$.

Ponto 42

Neste local ocorre o contacto, não muito visível, entre o quartzito do Câmbrico a W, e arenitos líticos com mica detritica do Carbonífero a E (Fig. 4.69).



Fig. 4.69 – Contacto, não muito bem definido, entre o quartzito do Câmbrico e arenitos líticos com mica detritica do Carbonífero.

Ponto 43

Neste local ocorrem litologias do Carbonífero. O quartzito apresenta estrias, indicando um plano de falha.

Cerca de 15 metros a NE, volta a ocorrer o quartzito que se via anteriormente. Este quartzito está todo brechificado, possuindo um S_0 : $N50^{\circ}$, sv SE (Fig. 4.70).



Fig. 4.70 – Quartzito brechificado do Carbonífero.

Ponto 44

Neste local ocorrem litologias do Carbonífero, nomeadamente um quartzito que apresenta um espelho de falha. Este quartzito é o mesmo que foi referido no ponto anterior, encontrando-se a Este do anterior e no lado S do caminho.

Em termos estruturais, o espelho de falha do sentido S do caminho, apresenta uma orientação N120°, 30° NE.

No lado N do caminho, observa-se a ocorrência de um arenito brechificado do Carbonífero.

Ponto 45

Neste local continuam a ocorrer litologias do Carbonífero. Ao caminhar para E é possível observar uma brecha/conglomerado que possui clastos de quartzito negro, quartzito branco, quartzo, xisto negro e xisto. Os clastos apresentam diferentes granulometrias (3 cm – 0,5 cm), sendo tanto rolados quanto angulosos (Fig. 4.71).



Fig. 4.71 – Brecha/conglomerado do Carbonífero com clastos de quartzito negro, quartzito branco, quartzo, xisto negro e xisto, de diferentes granulometrias, entre 0.5 cm e 3cm.

Ponto 46

Neste local continuam a ocorrer litologias do Carbonífero. Litologicamente, neste local, observa-se uma brecha matriz suportada com clastos de tamanhos reduzidos, possuindo entre 0.5 – 2 cm. Esta brecha ocorre numa lentícula.

Em termos estruturais, esta brecha apresenta uma $S_0 // S_n$: $N45^\circ, 65^\circ SE$ (Fig. 4.72).



Fig. 4.72 – Brecha matriz suportada com clastos de reduzidas dimensões.

A sequência observada nestes últimos pontos (45 e 46) poderá corresponder a depósitos fluviais entrançados do Carbonífero, conforme os descritos por Jesus, 1986.

Ponto 47

Neste local voltam a aparecer litologias do Câmbrio. Litologicamente é possível observar quartzitos em bancadas métricas, alternando com xistos com espessuras entre 50 a 70 centímetros. Localmente ocorre laminação com bancadas (1-2 cm) (Fig. 4.73).

Em termos estruturais, estas alternâncias possuem uma $S_0//S_n$: $N150^\circ$, $80^\circ-85^\circ$ NE.



Fig. 4.73 – Quartzitos da Formação de Montalto em bancadas métricas alternando com xistos com espessuras entre 50 a 70 cm.

Ponto 48

Neste local observam-se escombreyas de rochas de cor negra pertencentes ao Carbonífero. Estas escombreyas encontram-se laterais ao caminho.

Esta observação comprova a existência do Carbonífero neste local. No meio da escombreyas é possível observar evidências de metantracite (Fig. 4.74).

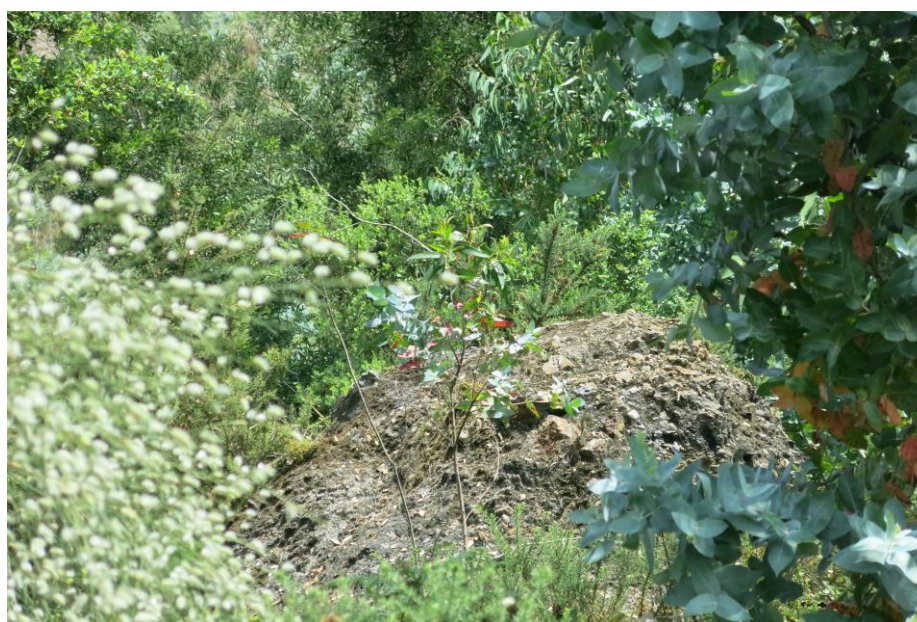


Fig. 4.74 – Escombreyas com evidências de metantracite.

4.3 Caracterização macroscópica e microscópica

4.3.1 Amostra RM1a e RM1a-2 – brecha de base do Carbonífero

Análise macroscópica

As amostras RM1a e RM1a-2 são amostras de brecha de base do Carbonífero, onde existem clastos euédricos de cor escura, com geometria típica de cristais de estauroлите, podendo assim ser clastos deste mineral alterado.

Análise microscópica

As duas lâminas correspondem respetivamente a um dos clastos de estauroлите com matriz adjacente e um clasto único. Em ambas, os clastos apresentam forte alteração com substituição por óxidos de ferro e moscovite sericítica, distribuídos uniformemente (Fig. 4.75). Na matriz observa-se quartzo, sericite e óxidos de ferro (Fig. 4.76).

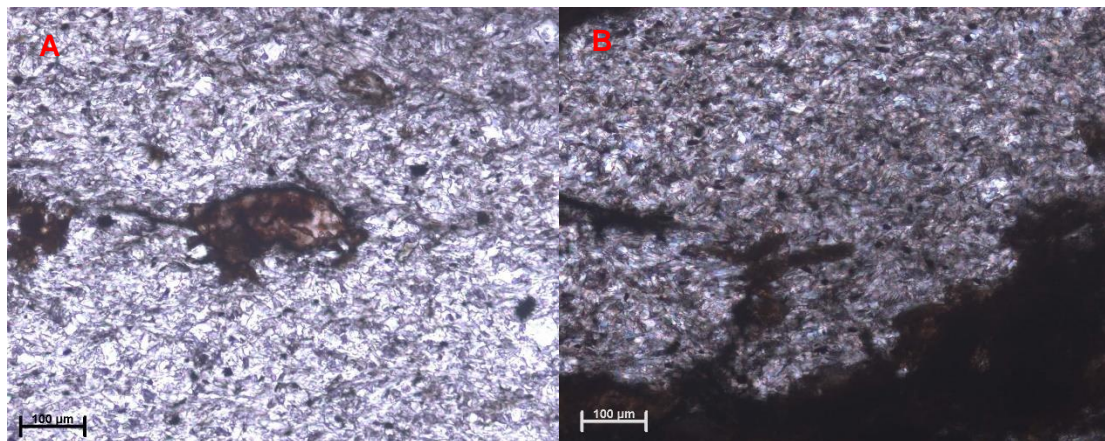


Fig. 4.75 – Microfotografias referentes à matriz da brecha, que ilustram a moscovite sericítica e óxidos de ferro, em nícois cruzados (NX).

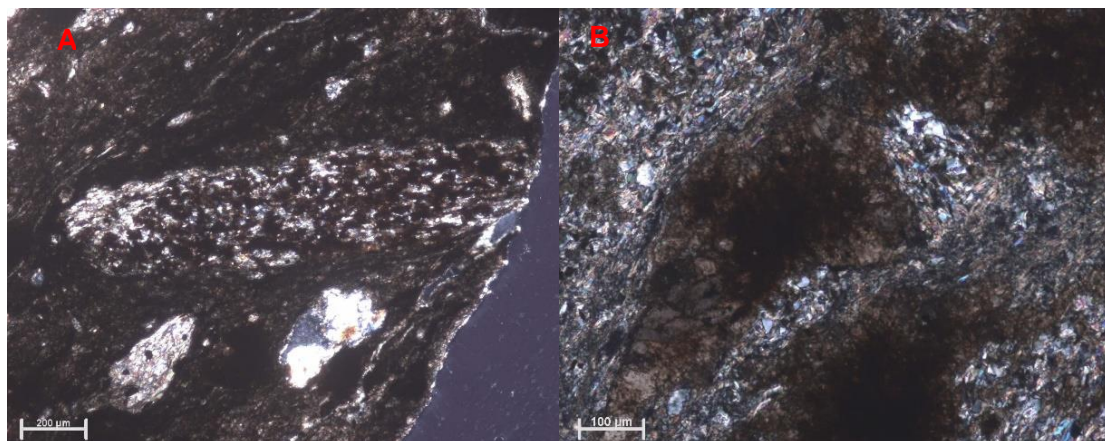


Fig. 4.76 – Microfotografia que ilustra o quartzo e os óxidos de ferro presentes na matriz que envolve os cristais de estauroлите (A) e um possível cristal de estauroлите (B) (NX).

A amostra apresenta uma textura clástica com uma matriz quartzo-sericítica, com uma orientação preferencial (foliação incipiente), a contornar os clastos, classificando-se assim como anastomosada.

Para além da mineralogia descrita, existem ainda, mas de forma menos frequente, pirite, calcopirite, calcocite e esfena.

Na matriz, é ainda possível observar alguns cristais de estaurolite que se encontram substituídos por óxidos de ferro (Fig. 4.77).

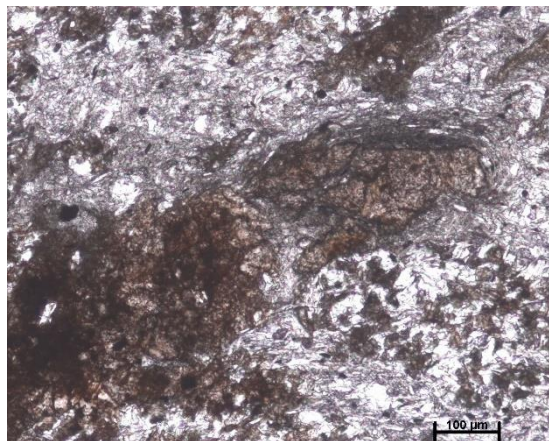


Fig. 4.77 – Microfotografia que ilustra um cristal de estaurolite substituído por óxidos de ferro (NX).

4.3.2 Amostra RM1b – brecha de base do Carbonífero

Análise macroscópica

A amostra RM1b corresponde a uma brecha de base do Carbonífero. Esta rocha apresenta uma cor escura. É composta por clastos angulosos de diferentes litologias, como quartzito, lidito, vaques, com dimensões até 2 cm. Esta aparenta ainda ter alguns clastos de cristais de estaurolite e micas detríticas.

Esta brecha encontra-se em contacto com um filito de cor acastanhada. Esta mudança de litologias deve-se, eventualmente, a mudanças bruscas das fases de deposição de depósitos continentais.

Análise microscópica

A lâmina efetuada da amostra RM1b corresponde a uma porção significativa da brecha de base. Observam-se vários tipos de clastos, inclusive os clastos de cristais de estaurolite. O estudo microscópico revela uma estrutura com foliação anastomosada,

uma vez que a associação de minerais micáceos, de quartzo e de óxidos de ferro contorna os clastos de outros minerais, como por exemplo os de micas sericíticas.

Na lâmina estão presentes clastos que são constituídos por litologias variadas.

Em maior quantidade, é possível observar clastos de lidito (constituídos essencialmente por sericite) e clastos de quartzito (Fig.4.78).

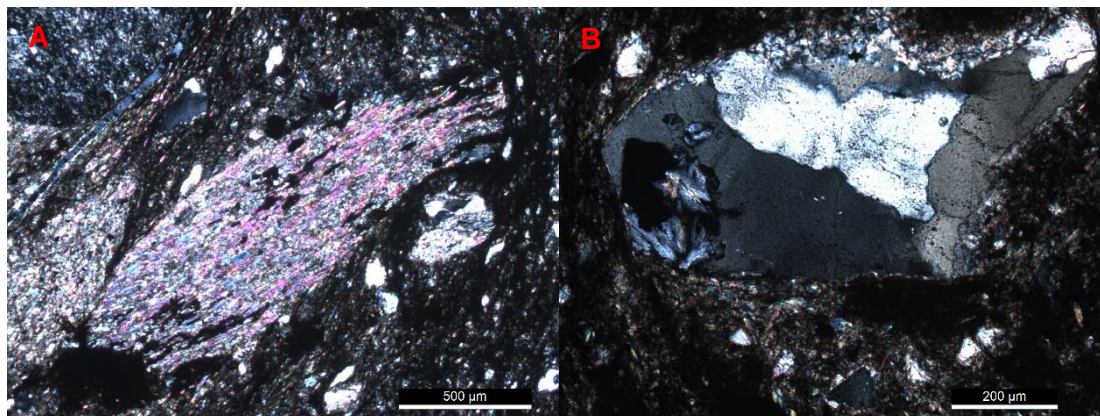


Fig. 4.78 – Microfotografia de um clasto de filito com foliação evidente (A) e um clasto de quartzito (B) (NX).

É ainda possível observar clastos que possuem cristais de quartzo, óxidos de ferro e algumas micas, correspondendo estes a clastos de vaques (Fig. 4.79).

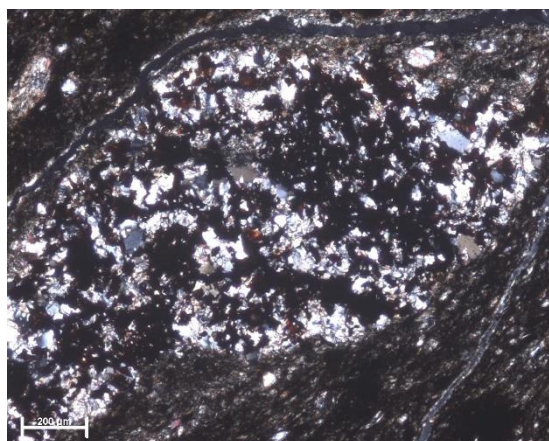


Fig. 4.79 – Microfotografia de um clasto de vaque, constituído por quartzo, micas e óxidos de ferro (NX).

Importa realçar que muitos dos clastos de cristais de estauroлите se encontram substituídos por micas sericíticas e óxidos de ferro (Fig. 4.80).

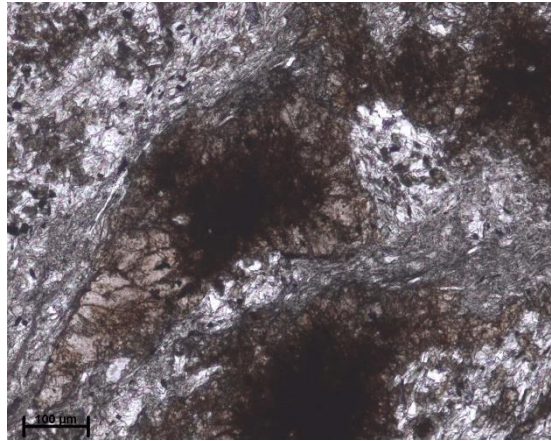


Fig. 4.80 – Microfotografia de clastos de estaurolite substituídos por óxidos de ferro, em nicóis paralelos (N//).

No geral, esta lâmina encontra-se muito alterada, possuindo uma elevada quantidade de óxidos de ferro. A matriz desta brecha é constituída essencialmente por quartzo, micas sericíticas e óxidos de ferro (Fig. 4.81).

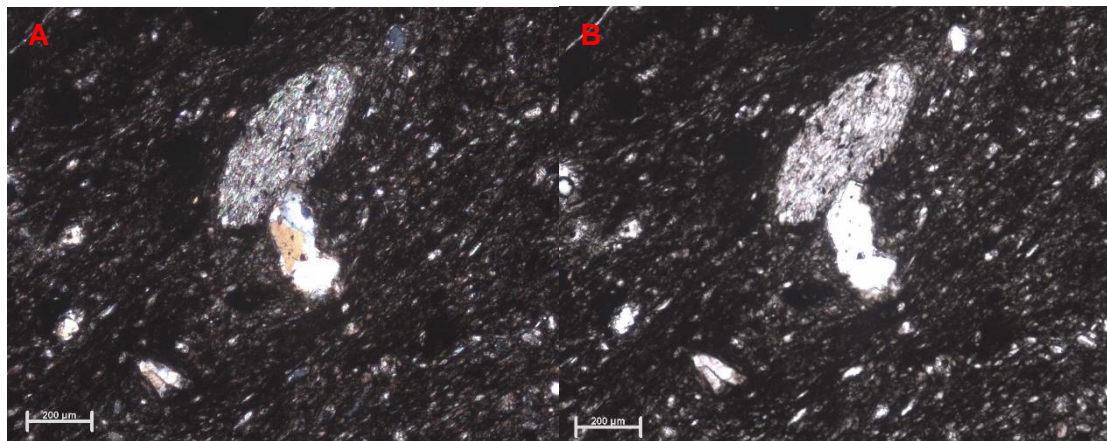


Fig. 4.81 – Microfotografia que ilustra a matriz da brecha de base do Carbonífero, onde se observa ainda um clasto de ilmenite ao centro da lâmina, ao microscópio petrográfico de luz transmitida em NX (A) e em N// (B).

Esta rocha apresenta clastos que possuem a mesma composição mineralógica que a amostra RM1a e RM1a-2, constituídos por micas sericíticas e óxidos de ferro, correspondente aos cristais de estaurolite.

4.3.3 Amostra RM1c – arenito lítico do Carbonífero

Análise macroscópica

A amostra RM1c corresponde a um arenito lítico do Carbonífero, que apresenta alguns clastos que variam de tamanho e de forma (mais angulosos a mais arredondados). A matriz é argilosa, com vestígios de micas detriticas.

A foliação desta amostra aparenta ser horizontal, mas apresenta algumas lentículas, pelo que não se pode afirmar que a foliação é horizontal.

Análise microscópica

O estudo microscópico da lâmina correspondente à amostra RM1c revela uma estrutura com foliação anastomosada, uma vez que a associação de minerais micáceos e de óxidos de ferro contorna os clastos de outras litologias, nomeadamente os de maior dimensão.

Relativamente à composição mineralógica, esta amostra é constituída essencialmente por quartzo e micas detriticas, apresentando-se alterada com uma elevada percentagem de óxidos de ferro (Fig. 4.82).

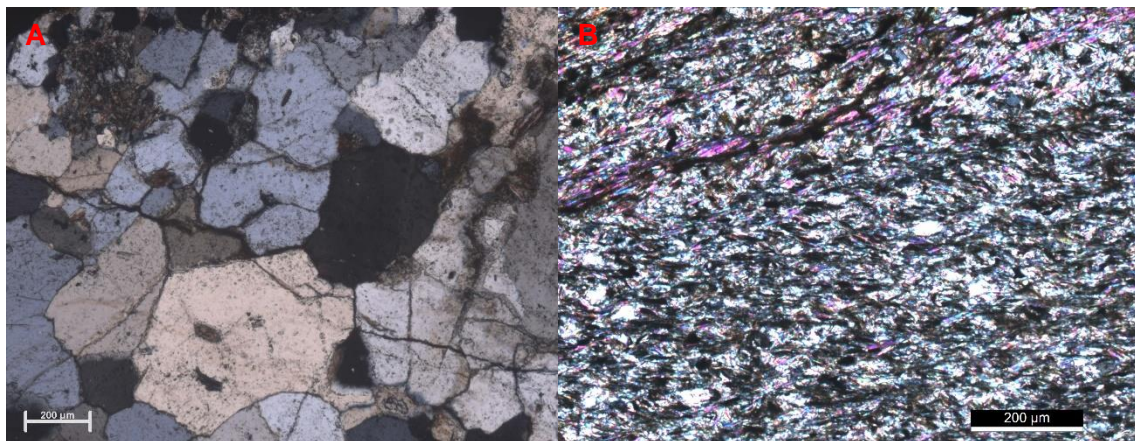


Fig. 4.82 – Microfotografia ilustrativa da composição de um clasto quartzoso do arenito lítico, sendo esta constituída essencialmente por quartzo (A) e por micas sericíticas (B) (NX).

É possível observar alguns clastos de pequenas dimensões constituídos essencialmente por micas sericíticas e óxidos de ferro, encontrando-se as micas a marcar a foliação (Fig. 4.83).

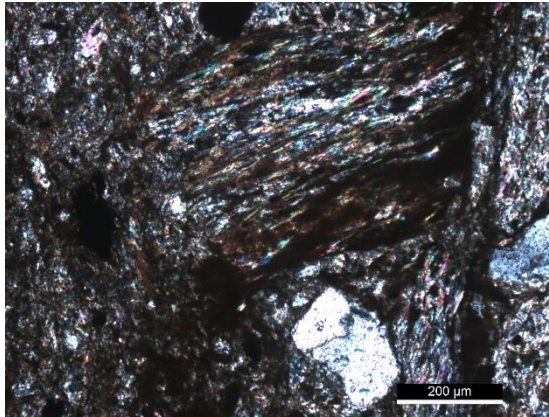


Fig. 4.83 – Microfotografia mostrando a matriz sericítica, com foliação marcada e rica em óxidos de ferro, contornando um clasto de quartzo (NX).

4.3.4 Amostra RM2a – rocha vulcânica do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM2a corresponde a um possível nível vulcânico intercalado na sequência sedimentar do Ediacário/Câmbrico (CXG), mais precisamente na Formação de Montalto. Esta rocha apresenta uma cor acastanhada devido à presença de óxidos de ferro, encontrando-se assim bastante alterada. A maior concentração de oxidação ocorre ao redor dos vazios que a rocha apresenta.

Esta rocha apresenta disjunções esferoidais, formando, por erosão, nódulos.

Análise microscópica

Na observação desta lâmina pode-se constatar que esta amostra aparenta ser uma transição entre um xisto argiloso e um filito (Fig. 4.84).

Esta lâmina apresenta uma matriz argilosa, com vazios que possuem oxidação ao seu redor, supondo-se ter esta oxidação resultado da alteração da pirite.

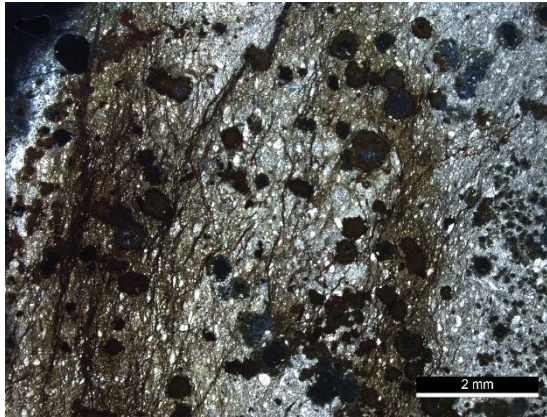


Fig. 4.84 – Microfotografia de uma visão geral da lâmina, onde se observam os vazios, a preto, rodeados de óxidos de ferro à lupa.

Em relação à mineralogia, esta lâmina apresenta, como minerais principais, turmalina e micas. Como minerais acessórios tem esfena-leucoxena, aparecendo ainda alguns opacos (Fig. 4.85).

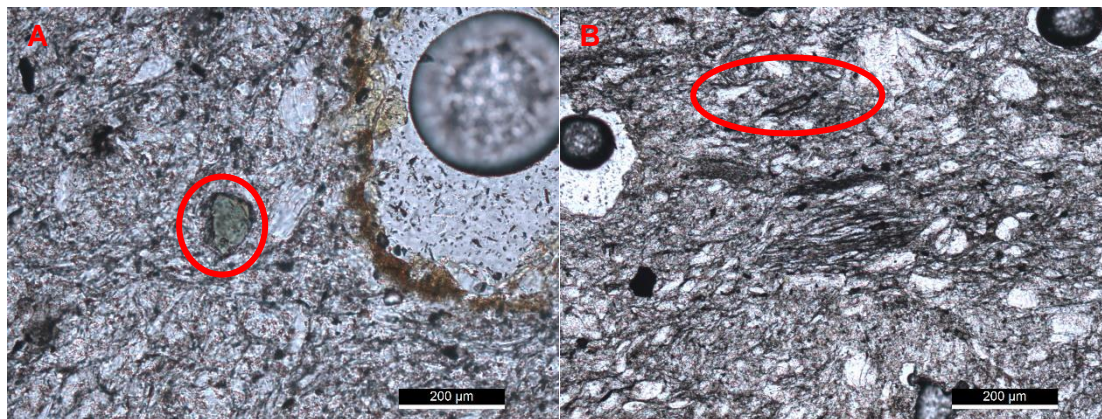


Fig. 4.85 – Microfotografia de um grão de turmalina N// (A) e de esfena-leucoxena entre as micas e grãos de quartzo N// (B).

As micas detríticas aparecem aqui em aglomerados, onde as palhetas de mica crescem transversalmente à foliação.

São ainda visíveis clastos lenticulares pelíticos e poros rodeados com óxidos e hidróxidos de ferro (Fig. 4.86).

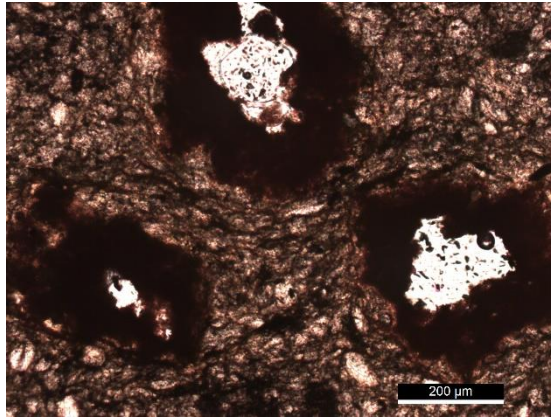


Fig. 4.86 – Microfotografia de vazios (a branco) rodeados de oxidação resultante da alteração da pirite (N//).

4.3.5 Amostra RM2b – rocha vulcânica do Câmbrio com disjunção esferoidal

Análise macroscópica

A amostra RM2b apresenta disjunção esferoidal e foi retirada do talude correspondente à amostra RM2a. Esta disjunção é formada por alteração.

Estas disjunções apresentam uma cor acastanhada, encontrando-se muito deteriorada. Esta disjunção apresenta vazios cilíndricos completamente oxidados.

Esta amostra corresponde, muito provavelmente, a uma rocha vulcânica alterada.

Análise microscópica

Mineralogicamente, esta rocha é constituída por novelos de micas sericíticas que derivaram do feldspato, clorite, óxidos de ferro e moscovite (Fig. 4.87). Como minerais acessórios possui turmalina e feldspato (Fig. 4.88).

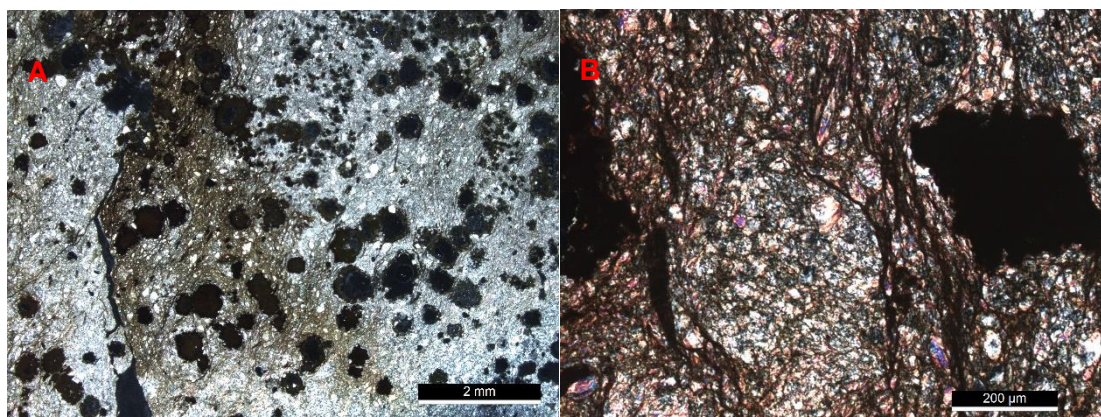


Fig. 4.87 – Microfotografias do aspeto geral da lâmina, onde se observam os vazios oxidados, a preto (A), e o pormenor de um opaco NX (B).

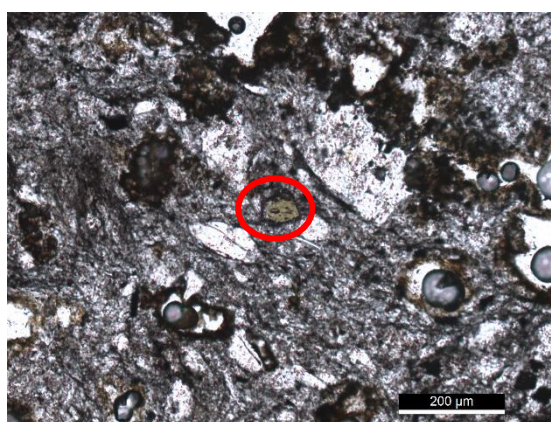


Fig. 4.88 – Microfotografia de uma turmalina (N//).

Os vazios aparecem com uma forma arredondada, totalmente oxidados ao seu redor (Fig. 4.89).

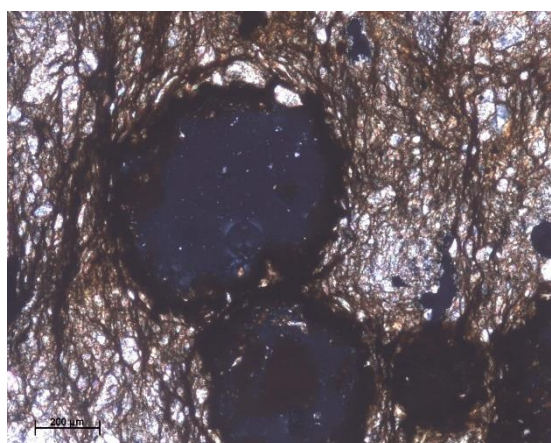


Fig. 4.89 – Microfotografia de um vazio rodeado de óxidos de ferro (N//).

Além destes vazios, são visíveis algumas formas arredondadas (esferólitos) que se encontram parcialmente preenchidos com pirite (Fig. 4.90).

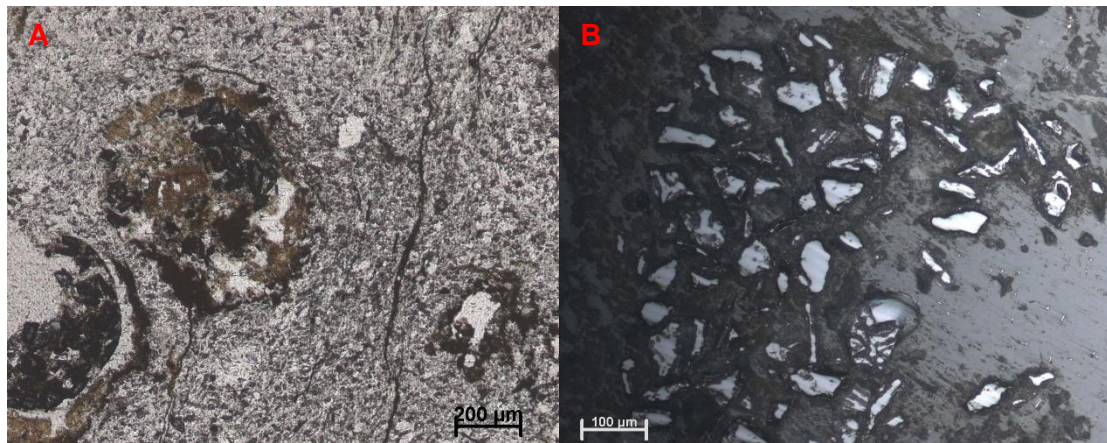


Fig. 4.90 – Microfotografia de um esferólito parcialmente preenchido com pirite em N// (A) e em luz refletida N// (B).

Além da mineralogia referida, é ainda possível observar mica branca em feixes transversais à foliação.

4.3.6 Amostra RM3 – arenito lítico quartzo-micáceo do Carbonífero

Análise macroscópica

A amostra RM3 corresponde a um arenito lítico quartzo-micáceo do Carbonífero.

Esta rocha possui uma cor acinzentada, apresentando uma granoseleção positiva, isto é, os minerais mais pesados encontram-se num nível mais inferior e os mais leves vão-se depositando por cima dos mais pesados.

A estratificação nesta rocha encontra-se sub-horizontal, a inclinar ligeiramente para Norte.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM3 é uma amostra que possui uma matriz quartzo-sericítica, uma vez que se nota que a moscovite se encontra a cristalizar a partir da matriz (Fig. 4.91).

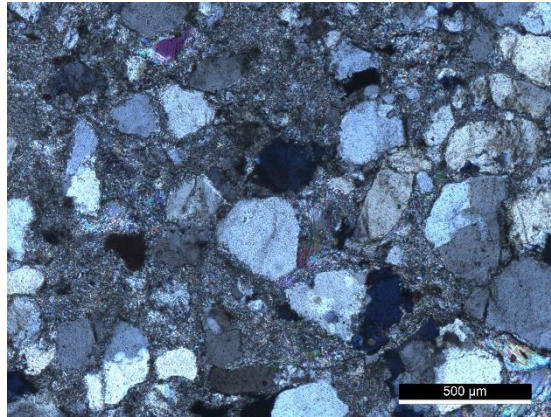


Fig. 4.91 – Microfotografia geral dos clastos numa matriz quartzo-sericítica NX.

Em termos mineralógicos, esta lâmina é constituída essencialmente por quartzo, moscovite detrítica e sericite. Como minerais acessórios é observável alguma turmalina dispersa (Fig. 4.92).

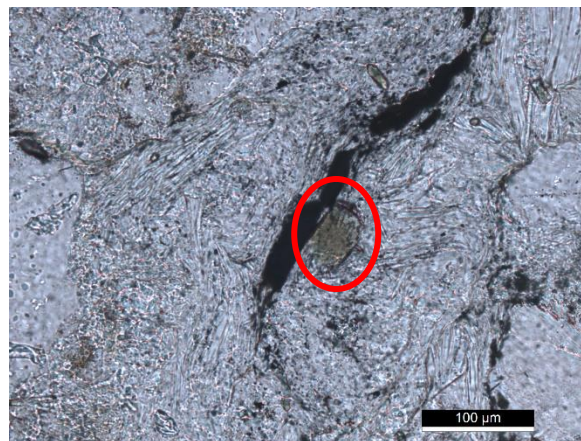


Fig. 4.92 – Microfotografia de um grão de turmalina em matriz sericítica N//.

Em termos texturais, o quartzo é monocristalino, isto é, formado por apenas um cristal, apresentando também alguns quartzos policristalinos (Fig. 4.93) que são ricos em planos de inclusões fluidas (PIFs), encontrando-se estes a atravessar os vários cristais. Aparecem ainda turmalinas detríticas (Fig. 4.94), isto é, não recrystalizadas, e micas detríticas.

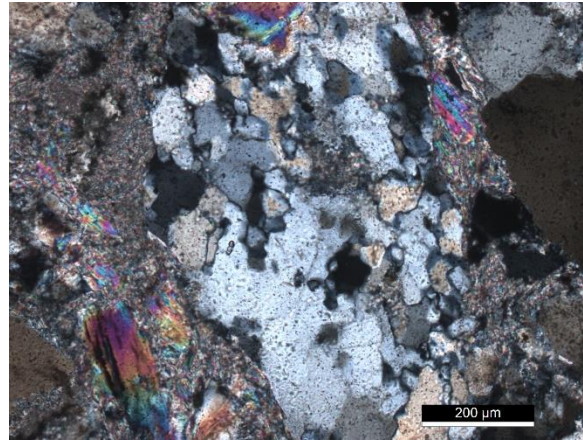


Fig. 4.93 – Microfotografia de grão de quartzo policristalino (NX).



Fig. 4.94 – Microfotografia de grão de turmalina detrítica (NX).

É de realçar que as micas observáveis nesta lâmina se encontram deformadas e flexionadas (Fig. 4.95).

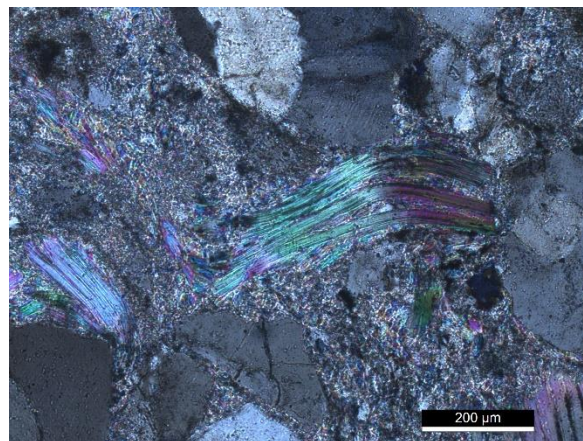


Fig. 4.95 – Microfotografia de uma mica detrítica deformada e flexionada (NX).

Este arenito possui alguns clastos, clastos este que são irregulares e pouco arredondados, possuindo bordos saturados (irregulares).

4.3.7 Amostra RM4 – Micaxisto do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM4 corresponde a um micaxisto englobado na zona da estauroлите do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este encontra-se muito alterado, possuindo uma cor acastanhada derivada dos óxidos de ferro.

A foliação desta amostra não é muito visível, uma vez que a amostra se encontra muito oxidada.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM4 é constituída por quartzo, mica branca e estauroлите. O quartzo e a mica encontram-se dispersos uniformemente pela amostra. A estauroлите tardia apresenta-se alterada e fraturada (Fig. 4.96).

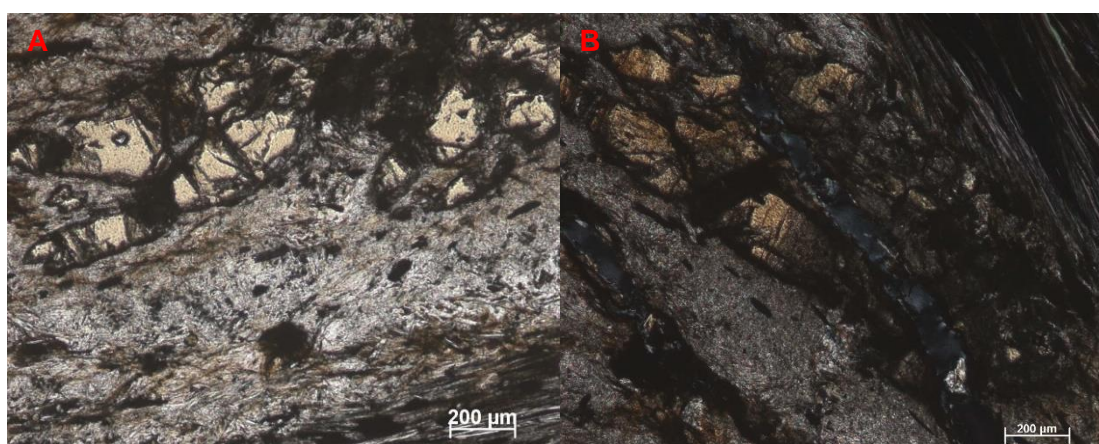


Fig. 4.96 – Microfotografia de micaxisto estaurolítico, muito alterado em N// (A) e NX (B).

4.3.8 Amostra RM7 – turmalinito do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM7 corresponde a um turmalinito adjacente a um pegmatito, nos micaxistos estaurolíticos, englobados no do Ediacário/Câmbrico (CXG).

Mineralogicamente, esta amostra possui filonetes de quartzo e moscovite.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM7 possui uma forma homogénea (Fig. 4.97).

Mineralogicamente, é constituída por quartzo, moscovite e turmalina. Como minerais acessórios possui zircão e palhetas de biotite.

A turmalina presente não se encontra orientada, mas apresenta-se a formar arcos poligonais sobre as charneiras definidas pela foliação. Esta turmalina é pós-cinémática. A biotite aparece inclusa no quartzo e em pequenas quantidades.

Esta lâmina apresenta turmalinização tardia que se encontra inserida por cima da foliação dobrada.



Fig. 4.97 – Microfotografia do turmalinito, onde se podem observar várias turmalinas (N/).

4.3.9 Amostra RM8a – micaxisto do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM8a corresponde a um micaxisto englobada na zona da estaurolite do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este micaxisto possui uma elevada concentração de

mica branca, tendo a sua xistosidade uma orientação muito variável. Existem frequentes lentículas de quartzo paralelas à foliação.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM8a possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por moscovite, óxidos de ferro e bandas quartzosas. Como minerais acessórios apresenta sericite e turmalina (Fig. 4.98).

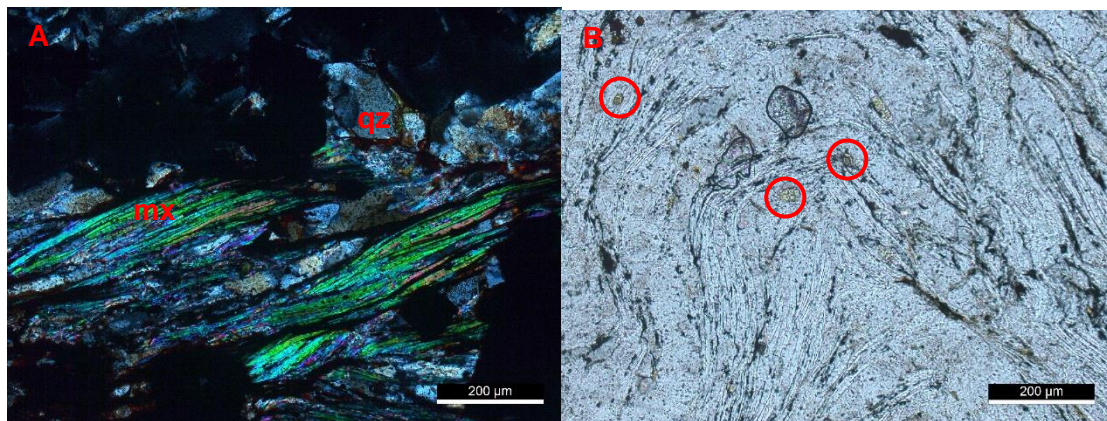


Fig. 4.98 – Microfotografia do micaxisto, essencialmente moscovítico (mx) e das bandas quartzosas (qz) (A) em NX, e da turmalina (B) em N//.

Em termos estruturais, esta lâmina apresenta uma xistosidade bem definida pela moscovite, apresentando microdobras bem marcadas pelas bandas de quartzo e pela orientação das micas (Fig. 4.99).

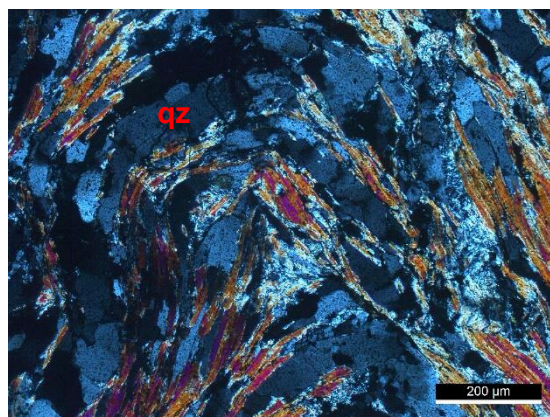


Fig. 4.99 – Microfotografia de uma microdobra bem definida pela camada de quartzo (NX).

Nesta lâmina é possível observar a presença de lenticulas de quartzo, em torno das quais a foliação se molda (Fig. 4.100).

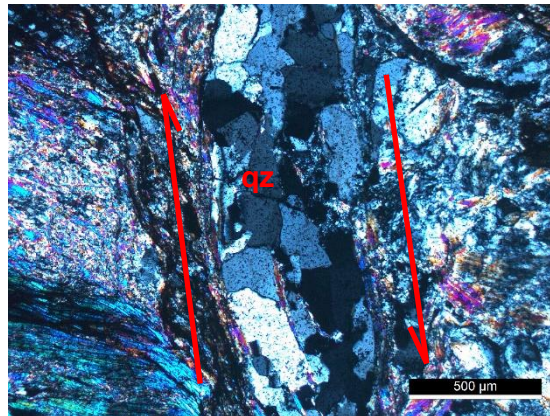


Fig. 4.100 – Microfotografia de uma lenticula de quartzo, com a foliação moldada indicando uma deformação cisalhante direita (NX).

4.3.10 Amostra RM9 – micaxisto estaurolítico do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM9 corresponde a um micaxisto estaurolítico, englobado na zona da estaurolite do Ediacário/Câmbrico (CXG). Esta rocha apresenta uma elevada quantidade de mica branca e possui um cimento argiloso.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM9 é constituída por estaurolite, moscovite e quartzo, dispostos de uma forma homogénea.

A foliação deste xisto é definida pelas palhetas de moscovite. Esta encontra-se dobrada e crenulada e torno dos porfiroblastos de estaurolite (Fig. 4.101).

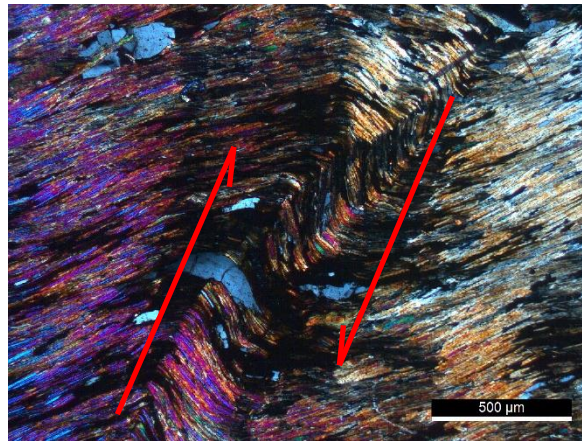


Fig. 4.101 – Microfotografia ilustrativa da foliação dobrada, em dobramento compatível com cisalhamento direito (NX).

Esta rocha possui uma textura porfiroblástica, apresentando uma matriz lepidoblástica. Os porfiroblastos de estaurolite são muito esporádicos (Fig. 4.102).

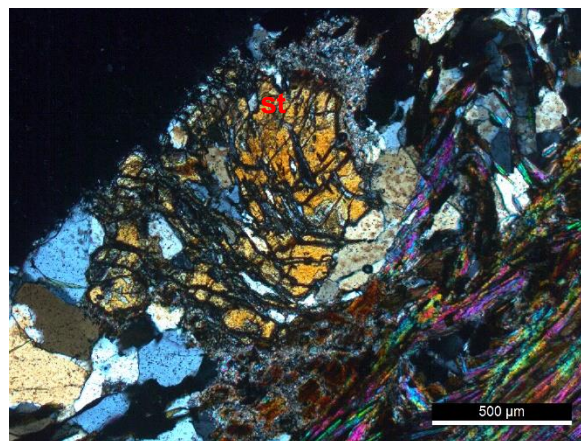


Fig. 4.102 – Microfotografia de um porfiroblasto de estaurolite (st) fraturado (NX).

Depois da análise desta lâmina, pode-se deduzir que a deformação D1 gerou foliação, D2 deformou a foliação, crenulando-a e reactivando-a em torno dos porfiroblastos de estaurolite.

4.3.11 Amostra RM11a – xisto do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM11a corresponde a um xisto que se engloba na zona da biotite do Ediacário/Câmbrico (CXG). A mica apresenta uma granularidade não resolúvel a olho

nu, apresentando uma cor ferruginosa a acastanhada. Esta cor deve-se à presença de óxidos de ferro.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM11a possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por quartzo e moscovite, apresentando turmalina como mineral acessório (Fig. 4.103).



Fig. 4.103 – Microfotografia de um grão de turmalina, em matriz quartzo-sericítica (N//).

A foliação deste xisto encontra-se bem definida pela moscovite e apresenta-se dobrada ou crenulada (Fig. 4.104).

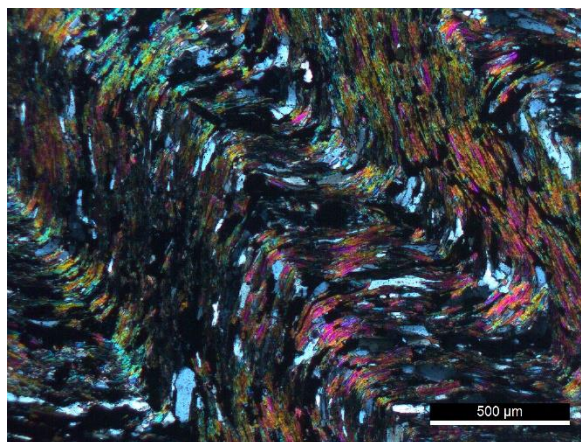


Fig. 4.104 – Microfotografia da foliação crenulada, definida pela orientação da moscovite (NX).

Esta lâmina apresenta ainda bandas quartzosas. Este quartzo apresenta geometria alongada paralelamente à foliação.

4.3.12 Amostra RM14 – quartzo-filito do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM14 corresponde a um quartzo-filito que se engloba na zona da clorite do Ediacário/Câmbrico (CXG), no sector mais a oriente. Esta é uma rocha muito siliciosa com alguma mica branca a marcar o plano de foliação.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM14 possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por quartzo de tendência euédrica, óxidos de ferro e feixes de micas. Como minerais acessórios apresenta zircão (Fig. 4.105).

O quartzo encontra-se deformado em alguns corredores, apresentando lamelas de deformação paralelas à orientação geral da rocha.

O quartzo de grão maior apresenta extinção ondulante ou lamelas de deformação.

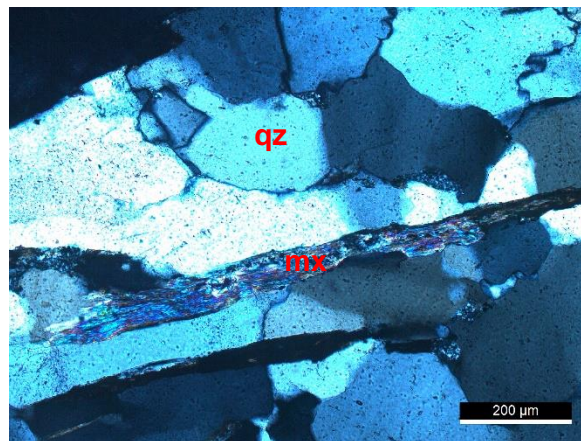


Fig. 4.105 – Microfotografia da composição da amostra RM14, com quartzo e moscovite a marcar a foliação (NX).

A rocha é fortemente anisotrópica marcada por preenchimento de óxidos.

Ao analisar esta lâmina pode-se deduzir que esta amostra é um quartzito impuro, pelo que pode ser designado de quartzo-filito, uma vez que apresenta micas.

4.3.13 Amostra RM15 – micaxisto do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM15 corresponde a um micaxisto que se engloba na zona da estauroлите do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este apresenta micas de granularidade média a marcar uma foliação dobrada.

Esta litologia encontra-se em alternância com quartzitos impuros.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM15 possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por micas, quartzo e óxidos de ferro. Como minerais acessórios possui turmalina, opacos que podem ser rútilo ou ilmenite, estauroлите e silimanite. A silimanite encontra-se muito alterada e substituída por moscovite.

A silimanite encontra-se associada à estauroлите, sendo esta, não poissilítica.

A estauroлите observada nesta lâmina não é poissilítica (Fig. 4.106).

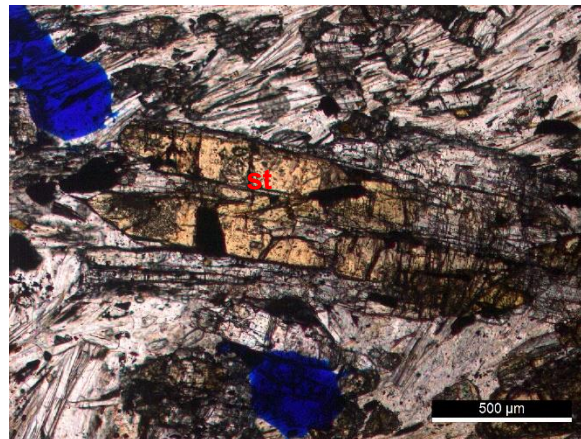


Fig. 4.106 – Microfotografia de uma estauroлите (st) não poissilítica (N//).

A silimanite e a turmalina encontram-se associadas a filonetes hidrotermais (zonas de fratura por onde circularam fluidos hidrotermais), sendo que a turmalina possui um carácter pós-cinemático (Fig. 4.107).

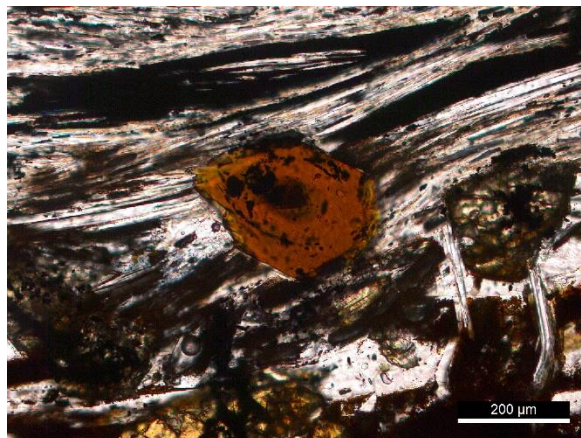


Fig. 4.107 – Microfotografia de um cristal euédrico de turmalina pós-cinemática (N//).

4.3.14 Amostra RM17 – micaxisto estaurolítico do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM17 corresponde a um micaxisto estaurolítico que se engloba na zona da estaurolite do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este possui uma cor amarela-alaranjada, encontrando-se este a ser cortado por uma falha.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM17 possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por quartzo, mica, estaurolite e turmalina. Como minerais acessórios possui silimanite fibrolítica que foi alterada para mica branca fibrosa (Fig. 4.108).

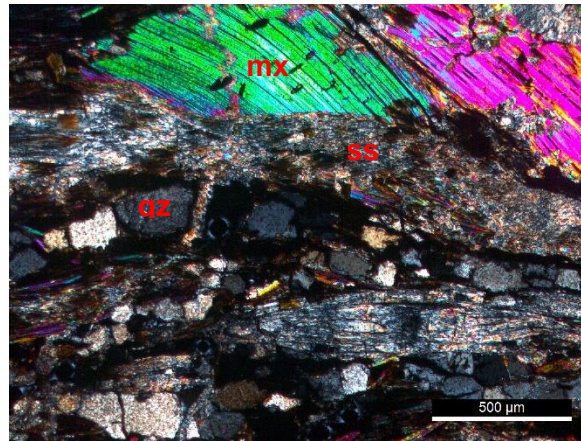


Fig. 4.108 – Microfotografia da amostra RM17, onde se pode ver o quartzo (qz) em filonetes, a sericite (ss) e a moscovite fibrosa (mx) (NX).

Esta lâmina possui filonetes de quartzo paralelos à foliação. As micas apresentam-se em forma de palhetas, encontrando-se a marcar a foliação. Esta amostra possui uma turmalinização tardia (Fig. 4.109).



Fig. 4.109 – Microfotografia da turmalinização tardia (N//).

Nesta amostra são ainda observados alguns porfiroblastos que se encontram moscovitizados. Este facto indica que estes porfiroblastos podiam ter sido cristais de andaluzite, que foram substituídos por moscovite.

Ao analisar esta lâmina percebe-se que, provavelmente, existiam mais cristais de estaurolite, mas que saíram por erosão, deixando espaços vazios.

4.3.15 Amostra RM18 – filito do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM18 corresponde a um filito que se engloba na zona da biotite do Ediacário e/ou Câmbrico do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este filito cinzento encontra-se em alternância com níveis grauvacóides, apresentando níveis mosqueados, constituídos por biotite.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM18 possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por sericite, quartzo e biotite. Como mineral acessório possui clorite.

Em termos texturais, a foliação encontra-se bem definida, sendo marcada pela sericite e pelas bandas de quartzo (Fig. 4.110).

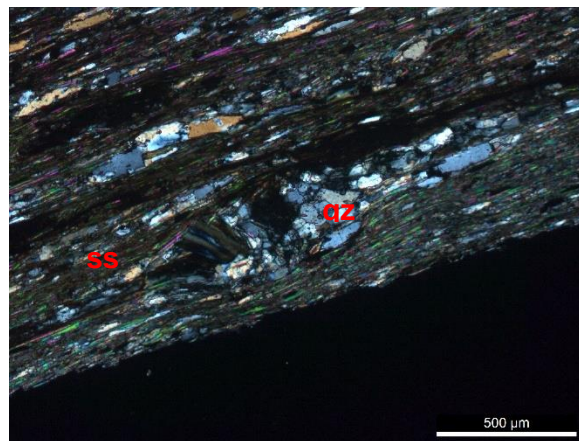


Fig. 4.110 – Microfotografia das bandas de quartzo (qz) e da sericite (ss) (NX).

Esta lâmina possui uma textura pórfiro-lepidoblástica, apresentando pequenos pórfiros de biotite e alguns de clorite com biotite (Fig. 4.111).

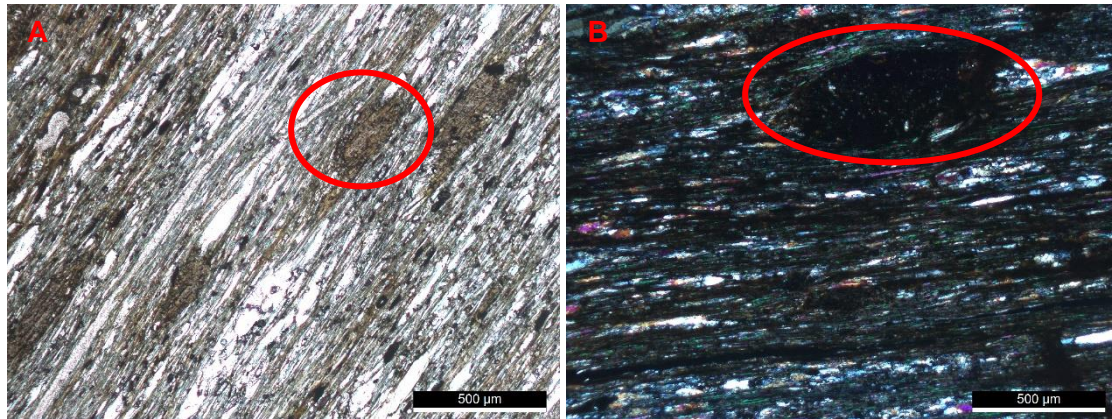


Fig. 4.111 – Microfotografia de um pórfiro de biotite em N// (A) e em MX (B).

Estes porfiroblastos são ligeiramente poicilíticos, possuindo inclusões de outros minerais.

Para além do quartzo que se encontra a marcar a foliação, aparece um quartzo estirado mais tardio paralelo à foliação, mas que se encontra a cortar a mesma.

4.3.16 Amostra RM19 – quartzito do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM19 corresponde a um quartzito que se engloba na zona da clorite do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este possui uma cor negra, apresentando-se boudinado e encontra-se intercalado com filitos cinzentos.

Análise microscópica

Mineralogicamente, a lâmina RM19 é essencialmente constituída por quartzo. Como minerais acessórios apresenta fosfatos, moscovite e clorite.

Esta amostra apresenta uma textura lepidoblástica (Fig. 4.112), apresentando alguma fraturas que se encontram preenchidas por micas.

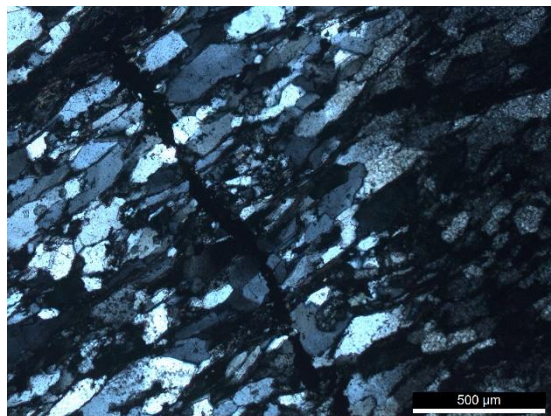


Fig. 4.112 – Microfotografia da textura lepidoblástica, NX.

4.3.17 Amostra RM20 – filito do Ediacário/Câmbrico (CXG)

Análise macroscópica

A amostra RM20 corresponde a um filito que se encontra englobado na zona da clorite do do Ediacário/Câmbrico (CXG). Este encontra-se em intercalações com o quartzito correspondente à amostra RM19. Este filito possui uma cor cinzenta e apresenta alguma oxidação, sendo também possível observar crenulação.

Análise microscópica

A lâmina correspondente à amostra RM20 possui uma composição mineralógica constituída essencialmente por quartzo, moscovite, clorite e óxidos de ferro.

Esta amostra encontra-se muito deformada, apresentando uma estrutura bandada, que se encontra dobrada nas lâminas de sericite e não dobrada nas lâminas de quartzo (Fig. 4.113).

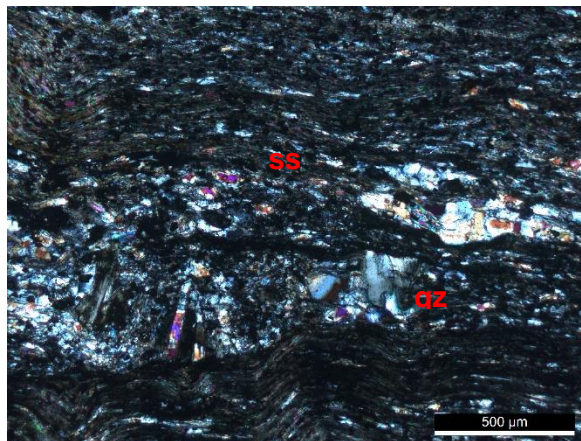


Fig. 4.113 – Microfotografia das lâminas de quartzo (qz) e das lâminas de sericite (ss), NX.

Nesta lâmina é possível observar dois tipos de deformação – uma deformação de forma, presente na camada de sericite e uma deformação plástica, presente na camada do quartzo.

É ainda possível observar um filonete que se encontra preenchido com óxidos de ferro, aparecendo alguns pontos onde este se encontra vazio (Fig. 4.114).

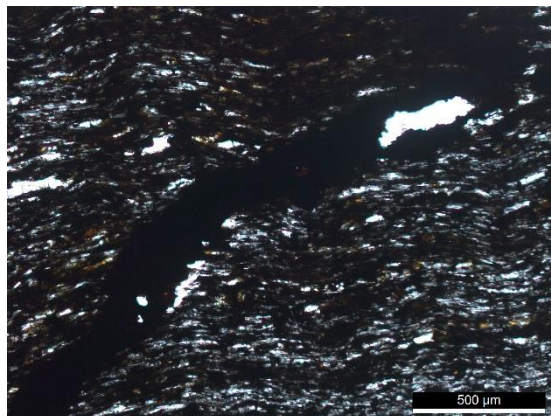
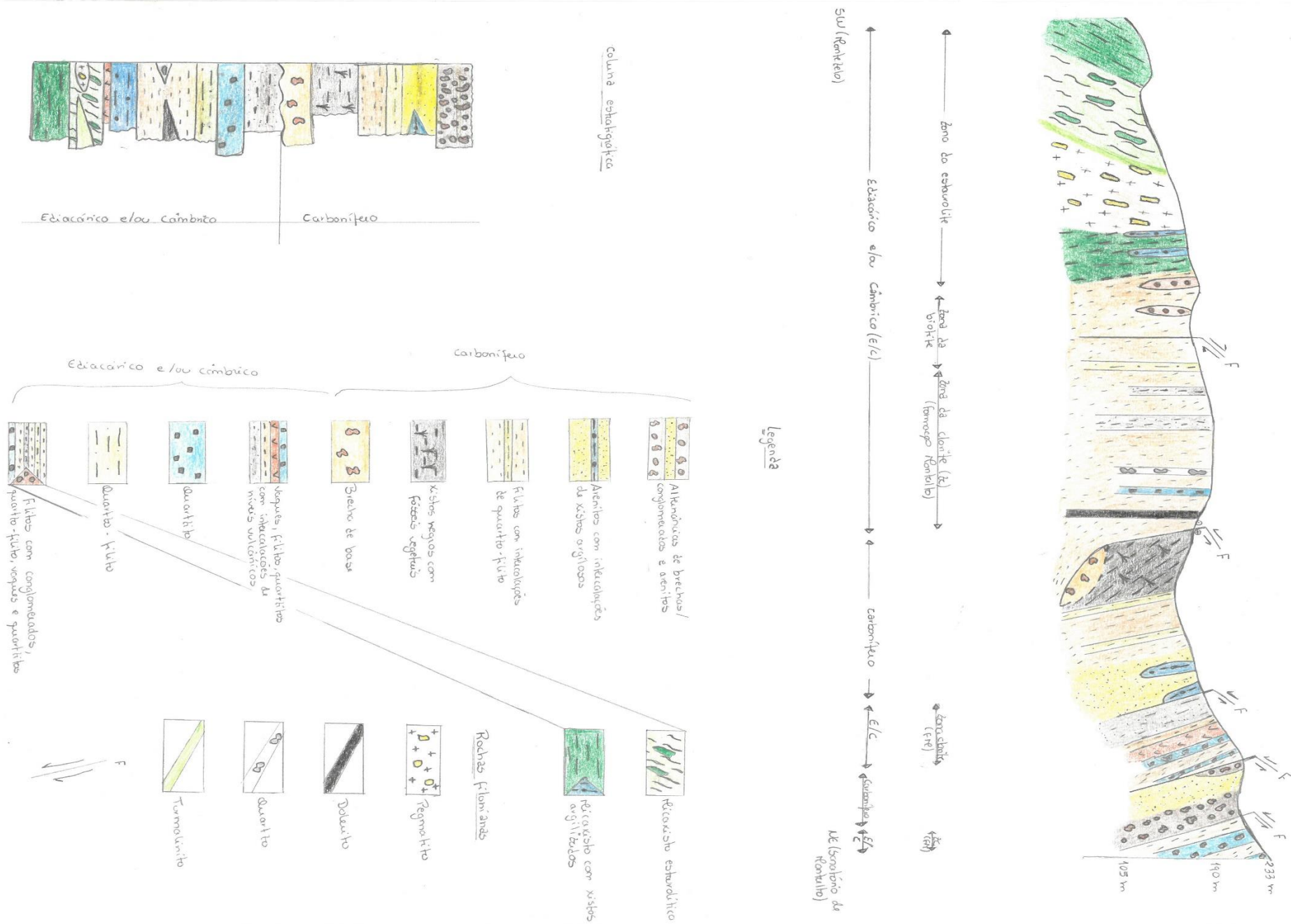


Fig. 4.114 – Microfotografia do filonete de quartzo, aparecendo vazio em alguns pontos, NX.

4.4 Perfil geológico interpretativo e coluna estratigráfica

Por fim, foi possível realizar um perfil geológico interpretativo entre Montezelo e a Serra de Santa Justa, com orientação NW-SE. Este perfil foi realizado com base nos dados recolhidos no campo em conjunto com os dados obtidos na análise petrográfica, tendo sempre como base a carta geológica do local e o trabalho de Couto (1993).

Ao observar este perfil nota-se que as falhas esquerdas se encontram relacionadas com o Sulco Dúrico-Beirão. A falha direita encontra-se relacionada com os cisalhamentos N-S da falha Porto-Tomar.



Considerações Finais

5. Considerações Finais

O presente trabalho teve como principal objetivo estudar as diferentes litologias que ocorrem na região de Montezelo, assim como analisar a variação do metamorfismo no Complexo Xisto-Grauváquico, de ocidente para oriente.

Inicialmente, foi realizado trabalho de campo com o intuito de conhecer o enquadramento geológico da área de estudo, assim como as diferentes litologias aqui presentes. Esta primeira análise permitiu identificar as litologias que compõem o percurso relativo ao perfil geológico interpretativo, assim como ter conhecimento das falhas e descontinuidades associadas, das orientações da estratificação e foliação.

A análise de campo concluiu que, ao longo do perfil geológico interpretativo, de SW para NE, encontramos litologias pertencentes ao Ediacário e/ou Câmbrio e ao Carbonífero. O Câmbrio aparece dividido em 3 zonas, nomeadamente, em metamorfismo de médio grau constituído pela zona da estauroлите e em metamorfismo de baixo grau constituído pela zona da biotite e pela zona da clorite.

O Carbonífero ocorre em duas faixas que se encontram instaladas no Sulco Dúrico-Beirão, sobrepondo o Ediacário e/ou Câmbrio.

Em relação à mineralogia é de salientar as fases mineralógicas presentes e a sua sequência de deposição. Neste sentido, o estudo das várias litologias permitiu identificar vários minerais importantes para a caracterização do perfil geológico interpretativo. Assim, salienta-se a presença de turmalina, de estauroлите, de clorite, de biotite e de mica sericítica.

Na sequência litológica, o aspeto mais importante são as três fases do metamorfismo identificadas no CXG, nomeadamente a zona da estauroлите, da clorite e da biotite.

É de salientar que, comparando com trabalhos anteriores como Couto (1993) e Couto & Knight (2014), se identificaram algumas semelhanças quanto às litologias encontradas, assim como quanto à sua sequência e deposição.

Em suma, o estudo petrográfico das amostras recolhidas em campo valorizou este trabalho e, consequentemente, proporcionaram uma melhor compreensão das litologias observadas em campo.

Por último, pode-se dizer que este trabalho tentou fornecer um complemento para o registo geológico da região de Fânzeres, sendo que para isso foi realizado o estudo litológico e petrográfico de várias amostras que proporcionaram a realização de um perfil geológico interpretativo e de uma coluna estratigráfica.

Referências Bibliográficas

6. Referências Bibliográficas

Ausich, W.I., Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., (2007). New and revised occurrences of Ordovician crinoids from southwestern Europe. *Journal of Paleontology* 81 (6), pp 1374-1383.

Bayly, B., (1976). *Introduction à la pétrologie*. Masson, S.A.

Couto, H. (1993). *As mineralizações de Sb-Au da região Dúrico-Beirã*. Tese de doutoramento n. publ., Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2 vols., 607 pp.

Couto, H., (2013). The Ordovician of Valongo Anticline (Northern Portugal): State of Art. 13th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining, www.sgem.org, SGEM2013 Conference Proceedings, ISBN 978-954-91818-7-6 / ISSN 1314-2704, June 16-22, 2013, Vol. 1, 203 - 208 pp.

Couto, H., Gutiérrez-Marco, J. C., (2000). Alguns fósseis raros ou pouco conhecidos da Formação de Valongo (Ordovícico Médio, Norte de Portugal). Livro de resumos do I Congresso Ibérico de Paleontologia/XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, ISBN: 972-778-026-1, 191-192 pp.

Couto, H. & Knight, J. (2014). The Montalto Formation: A Pre- to Basal Ordovician Succession in the Dúrico-Beirã Area (Northern Portugal). STRATI 2013. First International Congress on Stratigraphy. At the Cutting Edge of Stratigraphy. R. Rocha, J. Pais, J.C. Kulberg and S. Finney Editors. Springer Geology 2014, pp 381-384.

Couto, H., Knight, J., Lourenço, A., (2014). Rifting at the Cambrian– Ordovician transition in northwestern Portugal. *Comunicacoes Geologicas* Volume 101, 2014, pp 251-254

Couto, H., Lourenço, A., (2008). Cambrian-Ordovician transition in Valongo Anticline: evidences of a continental rift in Gondwana passive margin. 33rd International Geological Congress Oslo, Norway. SES-07 Dynamics of Sedimentary basins. Abstract CD-ROM.

Couto, H., Knight, J., Lourenço, A., (2013). Late Ordovician ice-marginal processes and sea-level change from the north Gondwana platform: Evidence from the Valongo

Anticline (northern Portugal). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 375, pp 1-15.

Couto, H., Piçarra, J. M. & Gutiérrez-Marco, J. C., (1997). El Paleozoico del Anticlinal de Valongo (Portugal). In: A. Grandal d'Anglade, J. C. Gutierrez-Marco y L. Santos Fidalgo (Eds.), XIII Jornadas de Paleontologia "Fósiles de Galicia" y V Reunión Internacional Proyecto 351 PICG "Paleozoico Inferior del Noroeste de Gondwana", A Coruna, Libro de Resúmenes y Excursiones, Sociedad Española de Paleontologia, pp 270-290.

Costa, C. J. & Teixeira, C., (1957). Carta Geológica de Portugal, nota explicativa da folha 9-C Porto. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa

Dias, R. e Ribeiro, A. (1991). A kinematic approach to the strain distribution in the Valongo anticline (Variscan autochthon of Centro Iberian Zone). *Resumos III Congresso Nacional de Geologia*, Coimbra, 41

Dias, R. & Ribeiro, A. (1994) - Constriction in a transpressive regime: the case of Ibero-Armorican Arc. *J. Struct. Geol.*, 16(11), 1545-1554 pp.

Dias, R., Ribeiro, A., (1995). The Ibero Armorican Arc: a collision effect against an irregular continent? *Tectonophysics*, 246, 113-128 pp.

Eagar, R.M.C., (1983). The non-marine bivalve fauna of the Stephanian C of the North Portugal. In: Lemos de Sousa M.J., Oliveira J.T. (Eds). *The Carboniferous of the Portugal*. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 29, pp 179-185.

Fernandes, J.P., Pinto de Jesus, A., Teixeira, F., Lemos de Sousa, M.J., (1997). Primeiros resultados palinológicos na Bacia Carbonífera do Douro (NO de Portugal). In: Grandal d'Anglade A., GutiérrezMarco J.C., Santos Fidalgo L. (Eds.). XIII Jornadas de Paleontología y V Reunión Internacional del Proyecto 351 PICG. A Coruña, Libro de Resúmenes e Excursiones, pp 176-179.

Ferreira, N., Iglésias, M., Noronha, F., Pereira, E., Ribeiro, A. & Ribeiro, M. L., (1987). Granitóides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In: Bea, F., *et*

al. Geologia de los Granitoides y Rocas Asociadas del Macizo Hesperico. Editorial Rueda, Libro Homenaje a L. C. Garcia de Figuerola, Madrid, pp. 37-51

Fonseca, N., (1953). Nota sobre um conglomerado carbonífero da mina de S. Pedro da Cova, pp 65-68.

Gutiérrez-Marco, J. C., Rábano, I., Couto, H., Piçarra; J.M. (2000). Plumulítidos (Machaeridia) de la Formación Valongo (Ordovícico Médio, Portugal). Livro de resumos do I Congresso Ibérico de Paleontologia/XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, ISBN: 972-778-026-1, 193-194 pp.

Hibbard, M., J., (1995). Petrography to petrogenesis. Prentice-Hall, Inc. 4-1 pp.

Julivert, M., Fontboté, J., Ribeiro, A. & Conde, L., (1974). Mapa Tectónico de lá Península Ibérica y Baleares, escala 1:1 000 000. Instituto Geológico Minero de España, Madrid

Lemos de Sousa, M.J., (1973). Contribuição para o conhecimento da Bacia Carbonífera do Douro, Tese de Doutoramento n. publ. Universidade do Porto., 2 vols., pp 427.

Loi, A., Dabard, M.P., (2002). Controls of sea level fluctuations on the formation of Ordovician siliceous nodules in terrigenous offshore environments. Sedimentary Geology. Vol. 153, pp 65–84.

Mackenzie, W., S., Adams, A., E., (1997). Atlas em cor de rochas e minerais em lâmina delgada. Masson, S.A, 7 pp.

Matte, P., (1968). La structure de la virgation heroyennienne de Galice (Espagne). Géol.Alpine. Grenoble, 44 157-200 pp.

Matte, P., Ribeiro, A., (1975). Forme et orientation de l'ellipsoide de de´formation dans la virgation hercynienne de Galicia: Relation avec le plissement et hypothe`ses sur la ge´ne`se de l'arc Ibe´ro-Armoricain, C. R. Acad. Sci., 280, 2825 – 2828 pp.

Medeiros, A. C., Pereira, E. & Moreira, A., (1980). Carta Geológica de Portugal, nota explicativa da folha 9-D Penafiel. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa

Noronha, F., Ramos, J., Rebelo, J., Ribeiro, A., Ribeiro, M., (1979). Essai de corrélation des phases de déformation hercynienne dans le nord-ouest péninsulaire. Bol.Soc.geol. Portg.Lisboa, 21 (2/3), 227-237 pp.

Oen, I., (1960) - The intrusion mechanism of the late-hercynian post-tectonic granite plutons of northern Portugal. Geol. Mi.1nb. ,Ben Haag, U.S., 22 257-296 pp

Oen, I., (1970). Granite intrusion, folding and metamorphism in central northern Portugal. Boi. geol. min., Madrid, 81 (2/3) 271-298 pp

Oliveira, J.T., Pereira, E., Piçarra, J.M., Young, T., Romano, M., (1992). O Paleozóico Inferior de Portugal: síntese da estratigrafia e da evolução paleogeográfica. In: J.C. Gutiérrez-Marco, J. Saavedra, I. Rábano (Eds.), Paleozoico Inferior de Ibero-america, Universidad de Extremadura. Madrid, pp 9-26

Pereira, E., (1992). Carta Geológica de Portugal na escala 1/ 200 000. Notícia explicativa da folha 1. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, pp 83.

Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., (2001). Revisão preliminar dos graptólitos silúricos portugueses de tipo "sardo". Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza 5(2), pp 434-440.

Pinto de Jesus, A., (1986). Bassin Houiller du Douro (NW du Portugal). Stratigraphie et contrôle tectonique de la genèse et de l'évolution. Ann. Soc. géol. Nord., Lille, 106, pp 209-217.

Pinto de Jesus, A., (2001). Génese e Evolução da Bacia Carbonífera do Douro (Estefaniano C inferior, NW de Portugal); Um Modelo. Tese de Doutoramento (não publ.) Universidade do Porto. 2 vols; 232 p., 4 anexes; Atlas pp 71.

Pinto de Jesus, A., (2003). Evolução sedimentar e tectónica da Bacia Carbonífera do Douro (Estefaniano C inferior, NW de Portugal). Cuadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe 28, pp 107-125.

Raith, M., Raase, P., Reinhardt, J., (2011). Guide to thin Section microscopy, pp. 1-22.

Raith, M., Raase, P., Reinhardt, J., (2012). Guide to thin Section Microscopy 2nd Ed, pp 134.

Ribeiro, A., (1974). Contribution à l'étude tectonique de Trás-os-Montes oriental, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 168 pp.

Ribeiro, A., Dias R., Pereira, E. Merino, H., Sodrê Borges, F., Noronha, F & Marques, M., (1987). Guide book for the Miranda do Douro-Porto excursion. Conference on Deformation and Plate Tectonics. Gijon-Oviedo, Spain, pp 25

Romano, M., (1991). Trilobites from the Ordovician of Portugal. Paleontology 34, pp 329-355.

Romano, M., Diggens, J. N., (1974). The stratigraphy and structure of Ordovician and associated rocks around Valongo, North Portugal. Comun. Serv. Geol. Portg., 57, pp 27-30.

Schermerhorn, L., (1956). Igneous, metamorphic and ore geology of the Castro Daire S. Pedro do Sul, Sátão region. Comun. Serv. Geol. Portg. (Lisboa) 37 : 1-617 pp.

Teixeira, C., Medeiros, A.C., Assunção, C.T., (1965). Notícia Explicativa da Carta geológica 1: 50 000, nº 9A, Póvoa de Varzim. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 50.

Wagner, R.H., Lemos de Sousa, M.J., (1983). The Carboniferous Megafloras of Portugal - A revision of identifications and discussion of stratigraphic ages. In: Lemos de Sousa, M.J., Oliveira, J.T. (Eds). The Carboniferous of Portugal. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal, 29, pp 127-152

Anexos

7. Anexos

7.1. Anexo I – Tabela com a localização e descrição das amostras recolhidas no campo

Amostra	Local da amostragem	Descrição da amostra
RM1a-1	Ponto 1	Clasto de cristal de estauroлите alterado da brecha de base do Carbonífero
RM1a-2	Ponto 1	Clasto de cristal de estauroлите alterado da brecha de base do Carbonífero
RM1a-3	Ponto 1	Clasto de cristal de estauroлите alterado da brecha de base do Carbonífero
RM1b-1	Ponto 1	Brecha de base do Carbonífero
RM1b-2	Ponto 1	Brecha de base do Carbonífero
RM1c	Ponto 1	Arenito lítico do Carbonífero com microclastos micáceos
RM2a	Ponto 4	Rocha vulcânica do Ediacário/Câmbrico (CXG) (Fm. Montalto)
RM2b	Ponto 4	Rocha vulcânica do Ediacário/Câmbrico (CXG) (Fm. Montalto), apresentando disjunção esferoidal
RM3	Ponto 6	Arenito lítico quartzo-micáceo do Carbonífero
RM4	Ponto 7	Micaxisto inserido na zona da estauroлите do CXG

RM4a	Ponto 7	Micaxisto inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM5	Ponto 8	Lentícula pegmatítica em micaxisto inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM6	Ponto 8	Lentícula pegmatítica em micaxisto inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM7	Ponto 8	Micaxisto turmalinado associado a uma lentícula pegmatítica, englobado na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM8	Ponto 10	Micaxisto inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM8a	Ponto 12	Micaxisto inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM9	Ponto 11	Micaxisto estaurolítico inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM10	Ponto 12	Micaxisto com microdobras inserido na zona da estaurolite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)

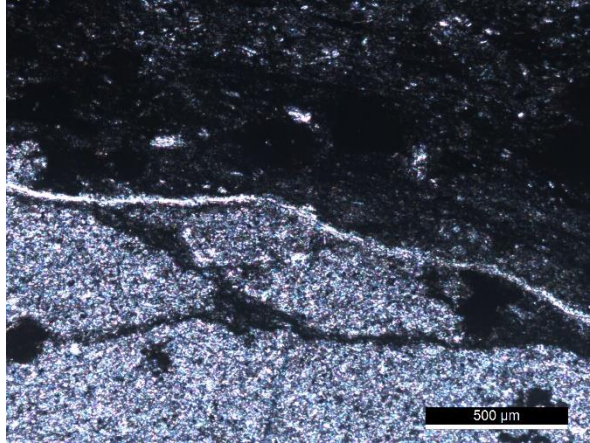
RM11	Ponto 13	Xisto alaranjado inserido na zona da biotite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM11a	Ponto 14	Micaxisto de cor ferruginosa inserido na zona da biotite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM12	Ponto 13	Xisto de cor branca inserido na zona da biotite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM13	Ponto 15	Micaxisto inserido na zona da estauroлите do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM14	Ponto 16	Quartzo-filito com cimento argiloso, inserido na zona da clorite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM15	Ponto 17	Micaxisto com micas de grandes dimensões, inserido na zona da estauroлите do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM16	Ponto 18	Micaxisto com micas de pequenas dimensões, inserido na zona da estauroлите do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM17	Ponto 19	Micaxisto estaurolítico inserido na zona da estauroлите do Ediacárico/Câmbrico (CXG)
RM18	Ponto 22	Alternâncias entre níveis siliciosos (filitos) e níveis gresosos (níveis grauvacóides), inseridas na zona da biotite do Ediacárico/Câmbrico (CXG)

RM19	Ponto 30	Quartzito inserido na zona da clorite do Ediacário/Câmbrico (CXG)
RM20	Ponto 30	Filito inserido na zona da clorite do Ediacário/Câmbrico (CXG)

7.2. Anexo II – Fichas do estudo petrográfico

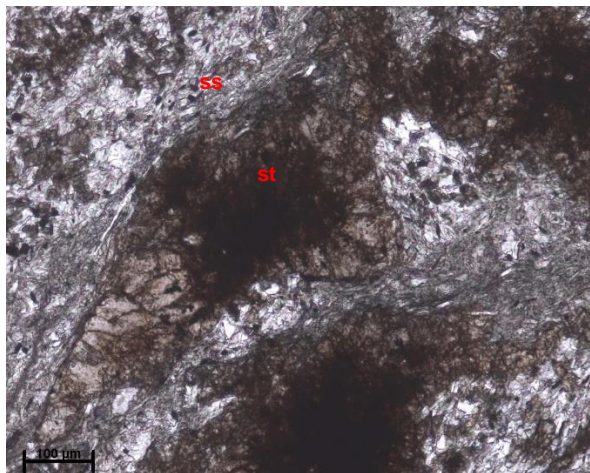
RM1a e RM1a-2 – brecha de base do Carbonífero

Microscopia de luz transmitida



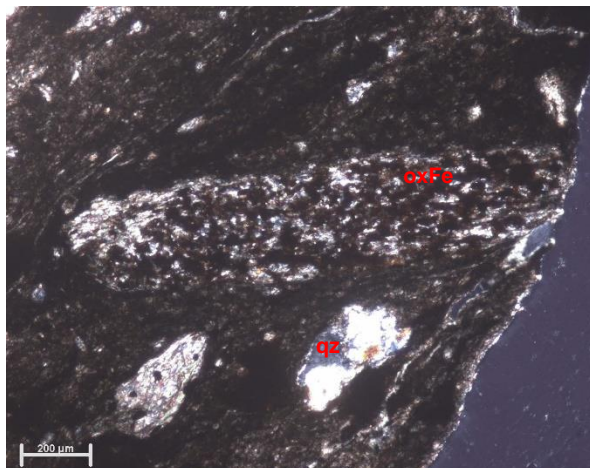
Observação do limite entre o clasto de estaurolite, substituído essencialmente por mica sericítica e óxidos de ferro (em baixo) e a matriz envolvente (em cima).

Microscopia de luz transmitida



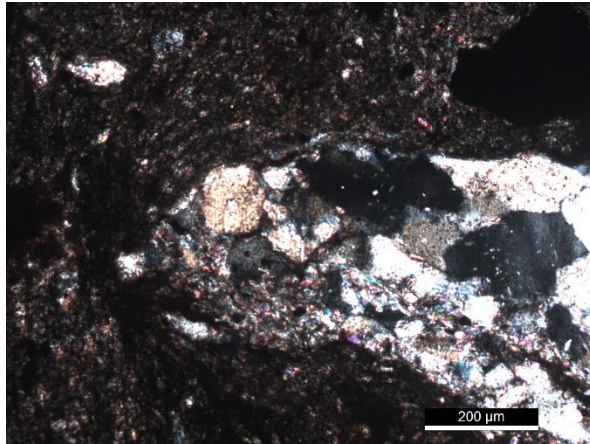
Presença de um possível cristal de estaurolite (st) na brecha de base do Carbonífero, rodeado por moscovite sericítica (ss).

Microscopia de luz transmitida



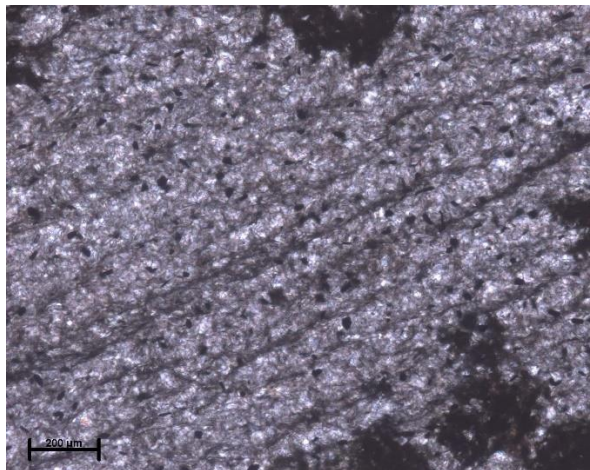
Presença de clastos de quartzo (qz) e óxidos de ferro (oxFe) na matriz da brecha de base do Carbonífero.

Microscopia de luz transmitida



Observação de um clasto de quartzito presente na matriz da brecha de base do Carbonífero. Pela observação ao microscópio é possível inferir que a matriz é mais plástica, pois o clasto encontra-se a “empurrar” a matriz.

Microscopia de luz transmitida



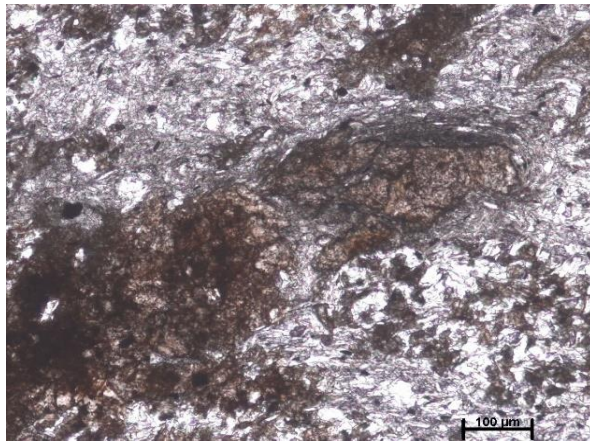
Aspeto geral do cristal de estaurolite, substituído por moscovite sericítica. É ainda possível observar a foliação marcada pela moscovite.

Microscopia de luz transmitida



Cristal de estaurolite que se encontra substituído por moscovite sericítica com a presença de óxidos de ferro (ao centro).

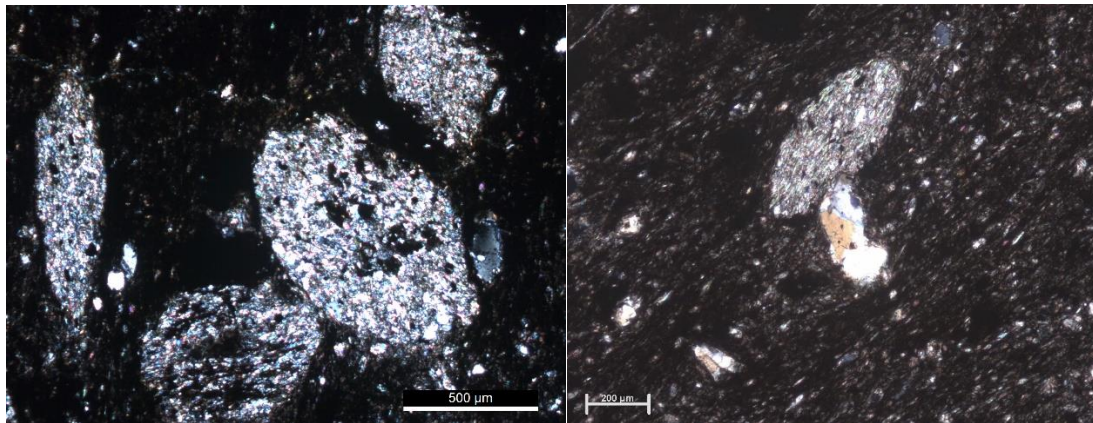
Microscopia de luz transmitida



Cristal de estaurolite presente na matriz da brecha de base do Carbonífero, que se encontra em parte substituído por óxidos de ferro.

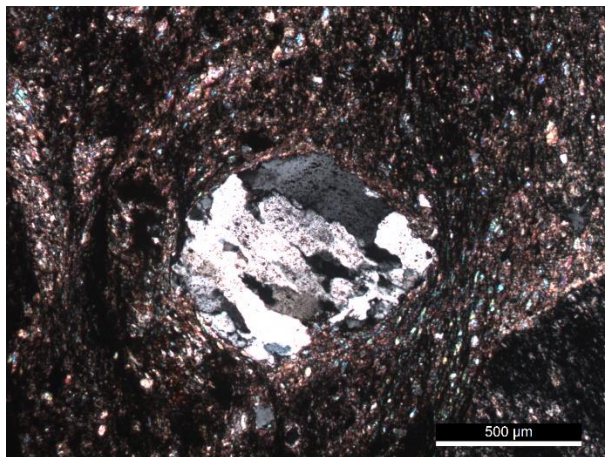
RM1b – brecha de base do Carbonífero

Microscopia de luz transmitida



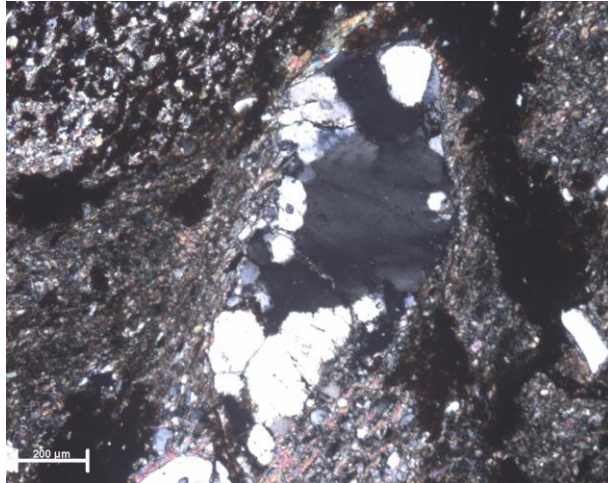
Observação da matriz da brecha de base do Carbonífero com a presença de clastos de epidoto.

Microscopia de luz transmitida



Observação da matriz da brecha de base do Carbonífero, com a presença de um clasto de quartzito.

Microscopia de luz transmitida



Clasto de quartzito, presente na brecha de base do Carbonífero.

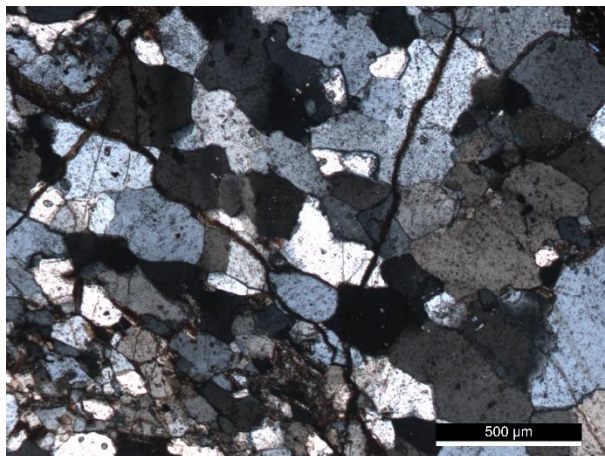
RM1c – arenito lítico do Carbonífero

Microscopia de luz transmitida



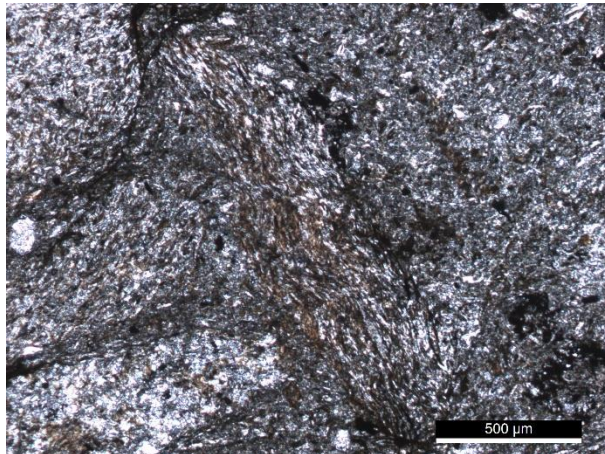
Clasto de vaque constituído por quartzo e micas, presente no arenito lítico do Carbonífero.

Microscopia de luz transmitida



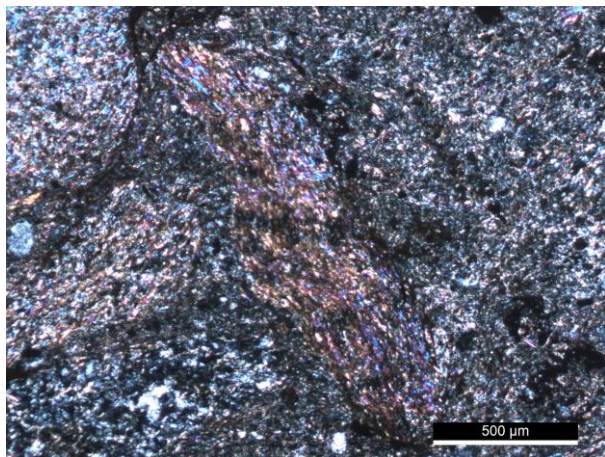
Observação de um clasto de quartzito que possui uma dimensão entre 1-2 cm, presente no arenito lítico do Carbonífero.

Microscopia de luz transmitida



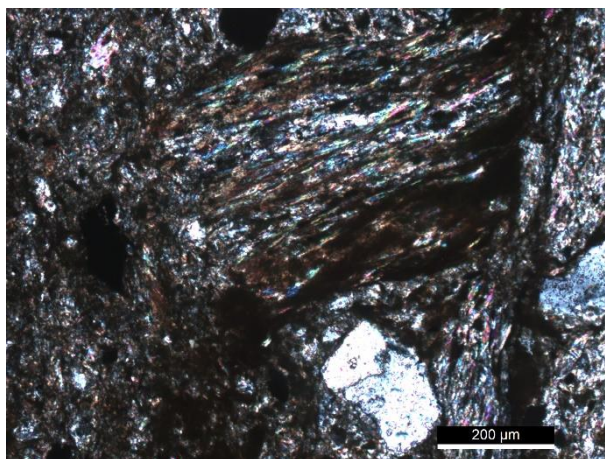
Clasto de um filito presente no arenito lítico do Carbonífero.

Microscopia de luz transmitida



Clasto de um filito presente no arenito lítico do Carbonífero.

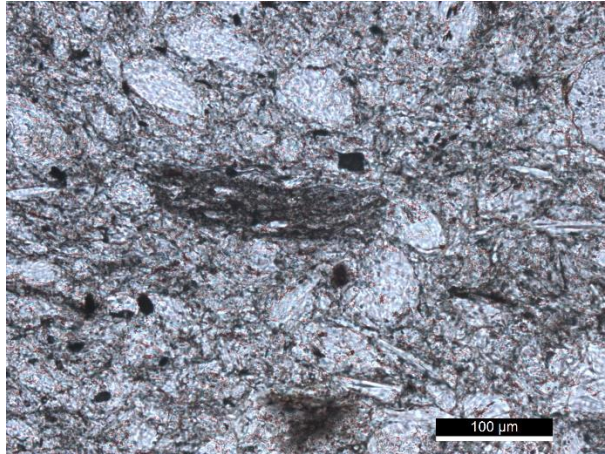
Microscopia de luz transmitida



Observação da matriz sericítica, com foliação marcada e rica em óxidos de ferro, contornando um clasto de quartzo.

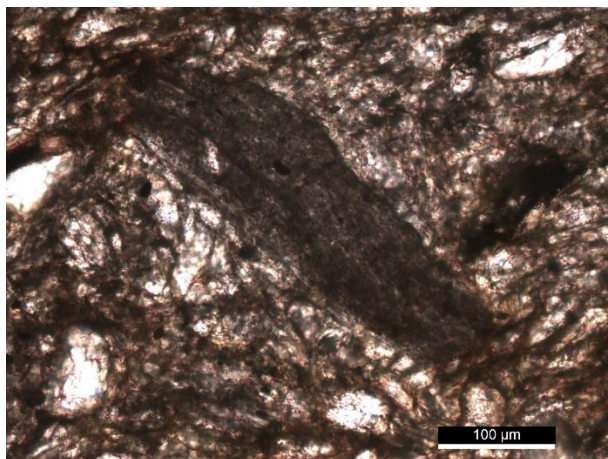
RM2a – rocha vulcânica do Câmbrio (CXG)

Microscopia de luz transmitida



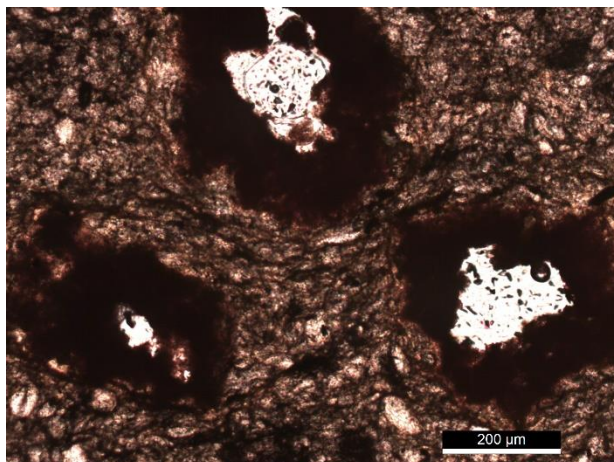
Observação de um clasto lenticular pelítico (ao centro da lâmina).

Microscopia de luz transmitida



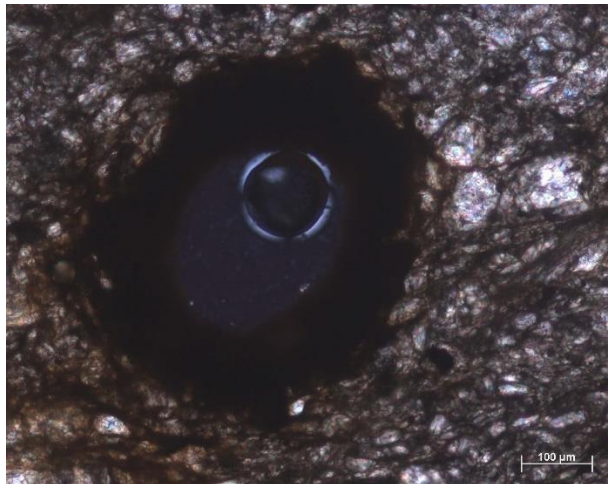
Observação de um clasto lenticular pelítico.

Microscopia de luz transmitida



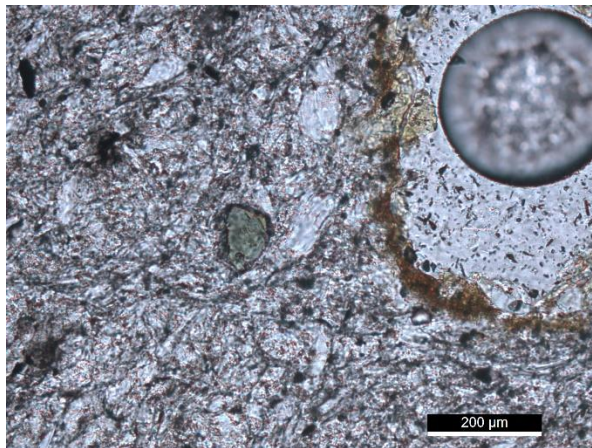
Vazios (a branco) rodeados de oxidação resultante da alteração da pirite.

Microscopia de luz transmitida



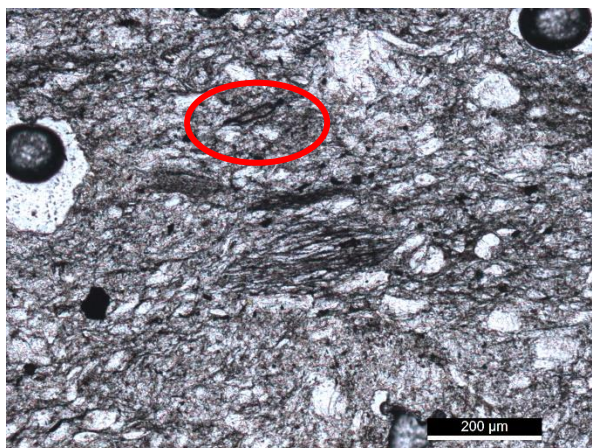
Aspeto pormenorizado de um vazio rodeado por óxidos de ferro, resultantes da oxidação da pirite.

Microscopia de luz transmitida



Observação de uma turmalina (no círculo) entre as micas e grãos de quartzo.

Microscopia de luz transmitida



Observação de uma esfenaleucoxena (no círculo) entre as micas e grãos de quartzo.

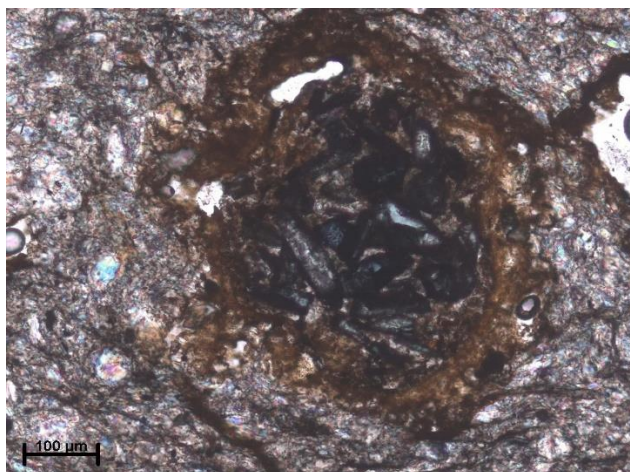
RM2b – rocha vulcânica do Câmbrio com disjunção esferoidal

Microscopia de luz transmitida



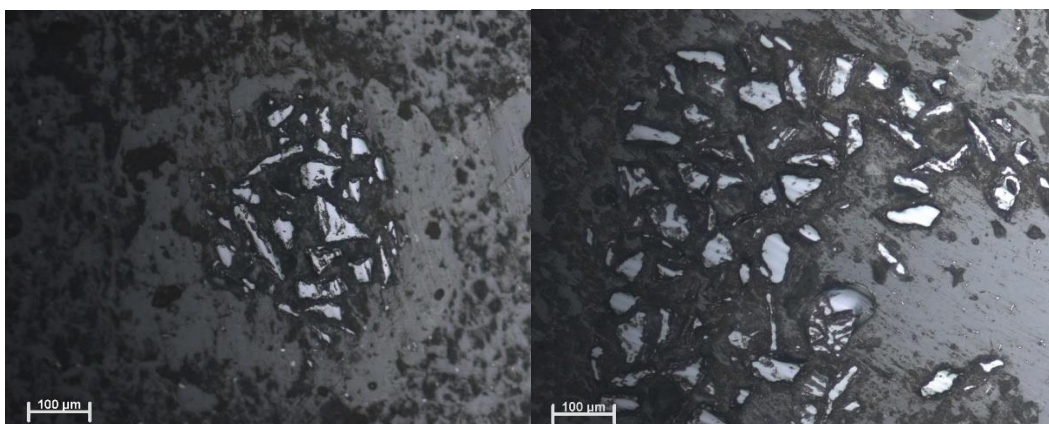
Observação de um grão de turmalina presente num nódulo de disjunção esferoidal.

Microscopia de luz transmitida



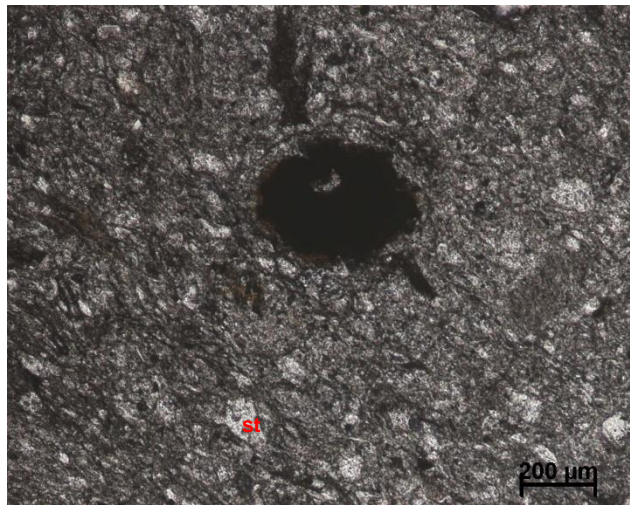
Esferólito parcialmente preenchido com pirite, observado em luz transmitida.

Microscopia de luz refletida



Esferólitos parcialmente preenchidos com pirite, observados em luz refletida.

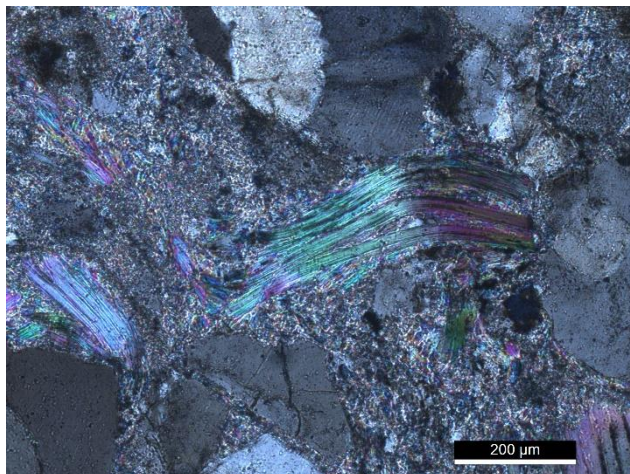
Microscopia de luz transmitida



Observação de vazio rodeado com óxidos de ferro, resultantes da oxidação da pirite (a preto, ao centro da lâmina) e de novelos de sericite a branco.

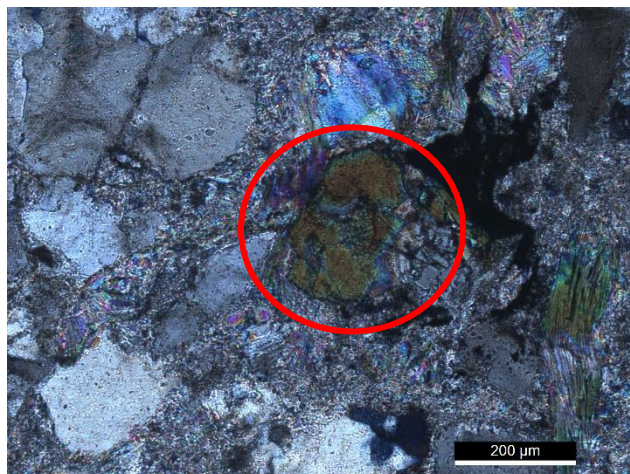
RM3 – arenito lítico quartzo-micáceo do Carbonífero

Microscopia de luz transmitida



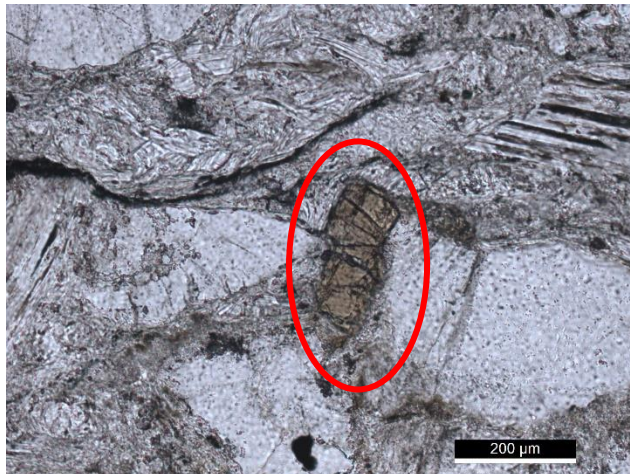
Mica detritica que se encontra deformada e flexionada, rodeada de mica sericítica e grãos de quartzo.

Microscopia de luz transmitida



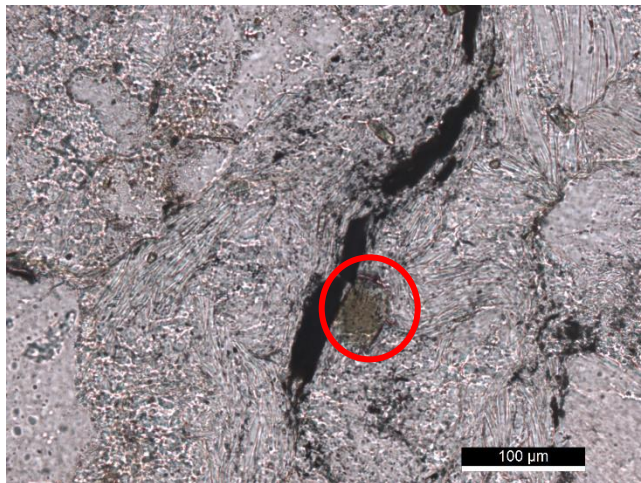
Grão de turmalina detritica em moscovite sericítica e rodeado por grãos de quartzo.

Microscopia de luz transmitida



Grão de turmalina detrítica rodeado por grãos de quartzo.

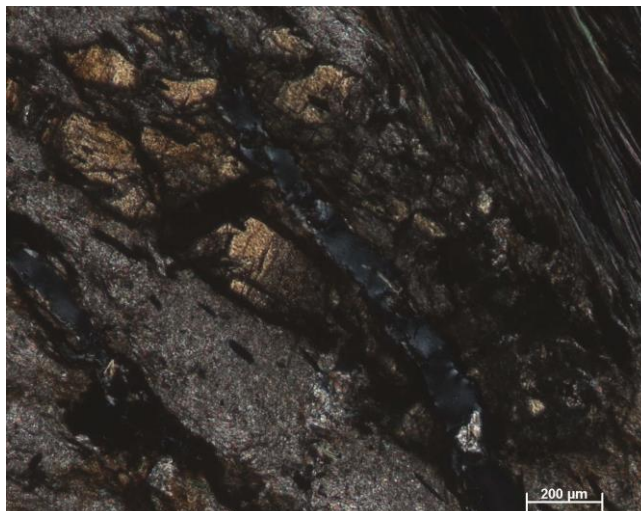
Microscopia de luz transmitida



Grão de turmalina em matriz sericítica.

RM4 – Micaxisto englobado na zona da estaurolite do CXG

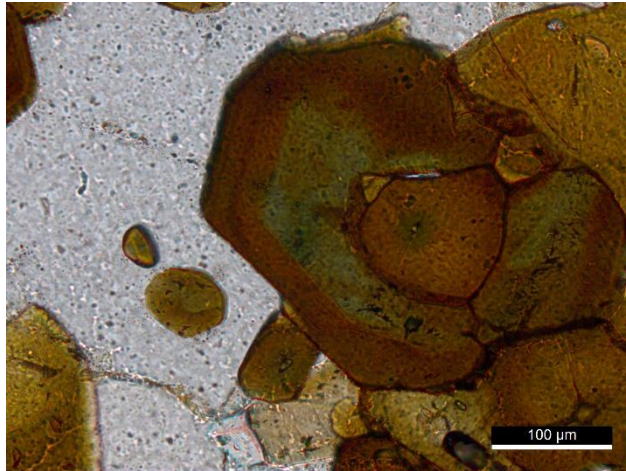
Microscopia de luz transmitida



Micaxisto estauirolítico que se encontra muito fraturado, observando-se em pormenor uma estauirolite fraturada.

RM7 – turmalinito do Câmbrico (CXG)

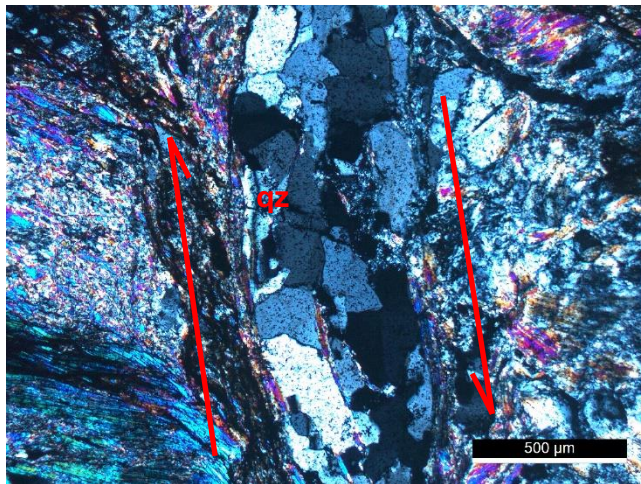
Microscopia de luz transmitida



Turmalinito constituído por uma elevada quantidade de turmalinas, como observável em microscopia óptica.

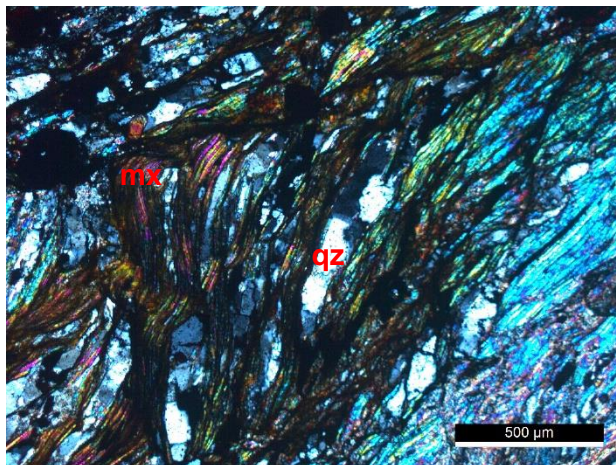
RM8a – Micaxisto englobado na zona da estaurolite do CXG

Microscopia de luz transmitida



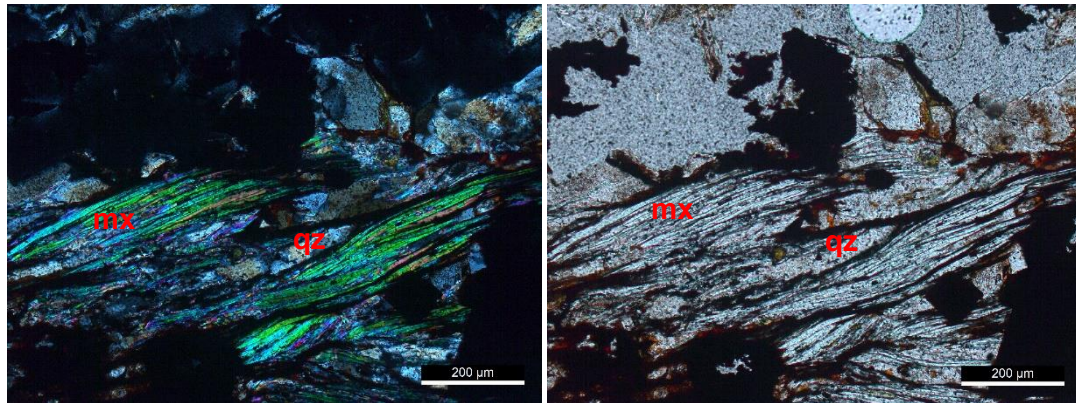
Lentícula de quartzo, com foliação moldada indicando uma deformação cisalhante direita.

Microscopia de luz transmitida



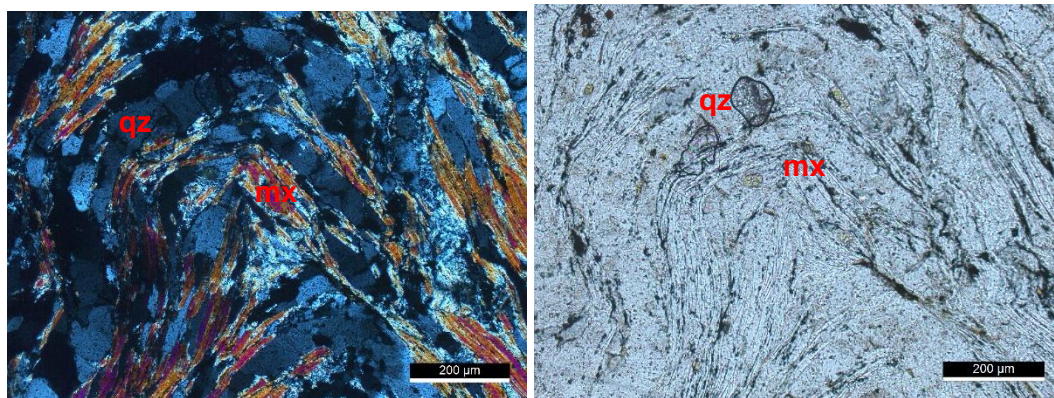
Aspeto geral do micaxisto essencialmente moscovítico, observando-se algumas bandas quartzosas.

Microscopia de luz transmitida



Aspeto geral do micaxisto essencialmente moscovítico com a presença de bandas quartzosas.

Microscopia de luz transmitida



Microdobra bem marcada pela camada de quartzo, observando-se também a moscovite.

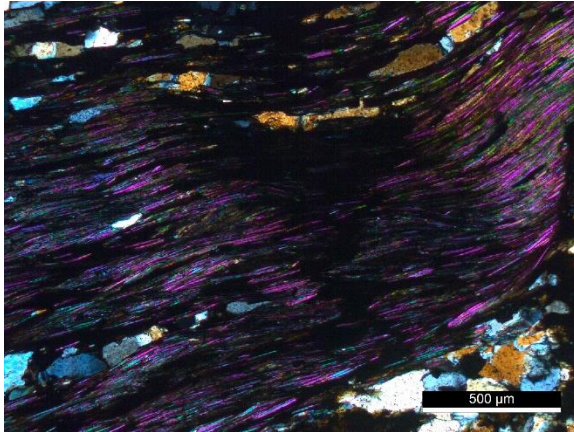
Microscopia de luz transmitida



Aspeto geral do micaxisto, observando-se a fraturação.

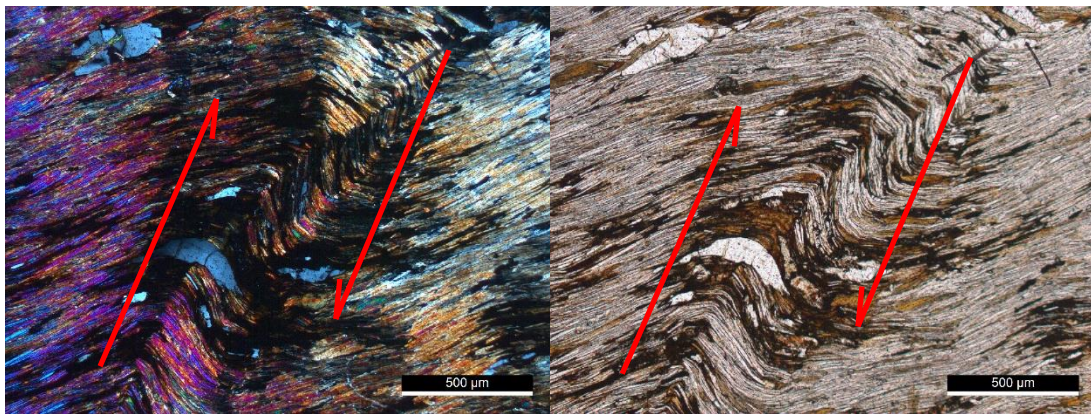
RM9 – micaxisto estaurolítico englobado na zona da estaurolite do CXG

Microscopia de luz transmitida



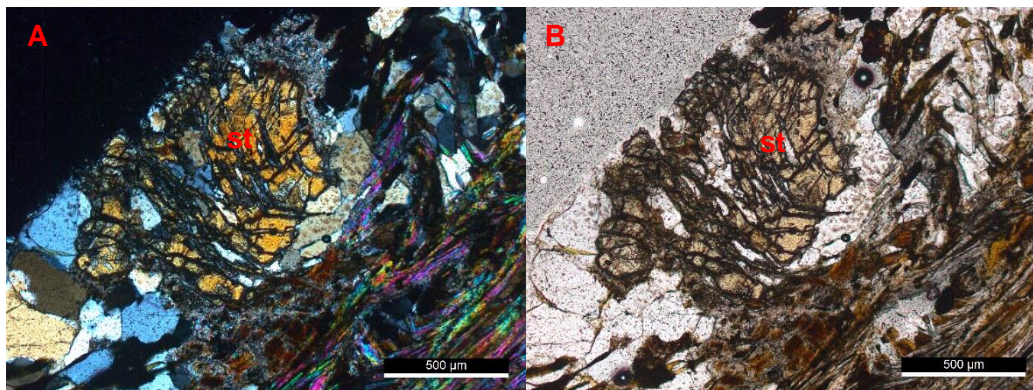
Aspeto geral da foliação marcada pela moscovite.

Microscopia de luz transmitida



Aspeto da foliação dobrada, marcada pela orientação da moscovite, em dobramento compatível com cisalhamento direito.

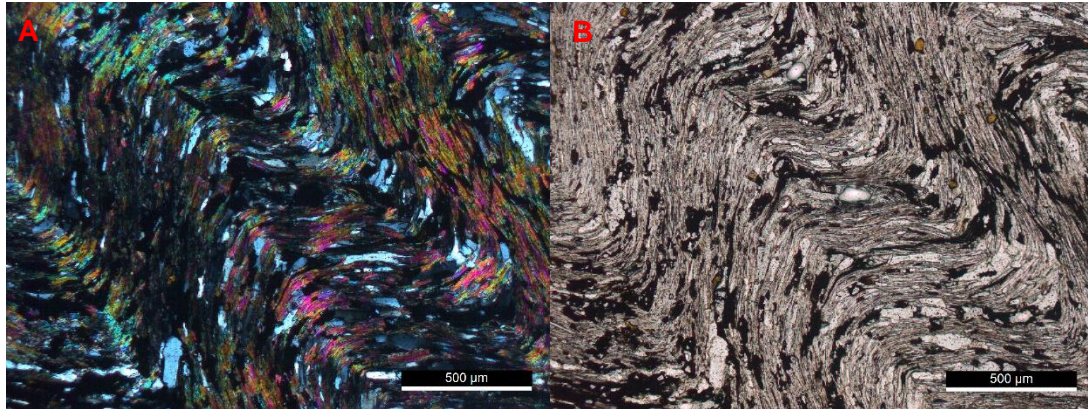
Microscopia de luz transmitida



Porfiroblasto de estaurolite (st) fraturado, observado em nicos cruzados (A) e em nicos paralelos (B).

RM11a – Xisto englobado na zona da biotite do CXG

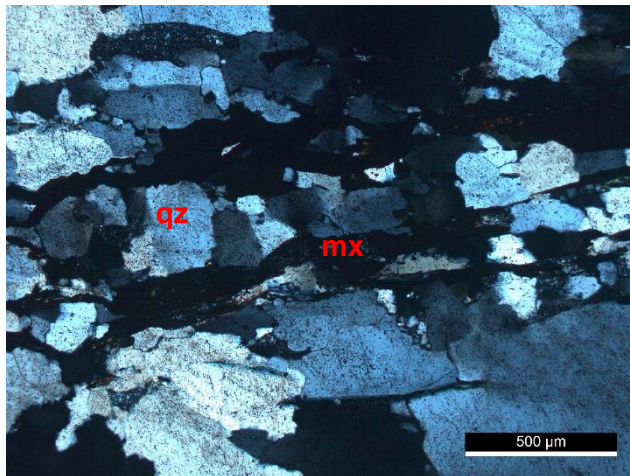
Microscopia de luz transmitida



Microdobra da foliação crenulada, definida pela orientação da moscovite, observado em nicos cruzados (A) e em nicos paralelos (B).

RM14 – quartzo-filito englobado na zona da clorite do CXG.

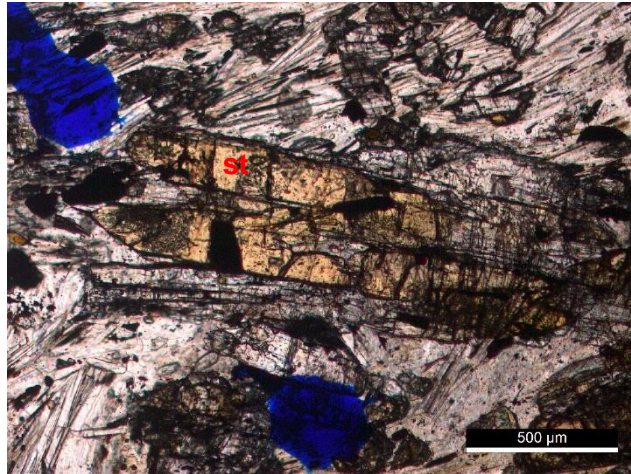
Microscopia de luz transmitida



Aspeto geral da amostra, com quartzo e moscovite e definir a foliação.

RM15 – micaxisto englobado na zona estaurolite do CXG

Microscopia de luz transmitida



Estaurolite não poissilítica, entre micas sericíticas.

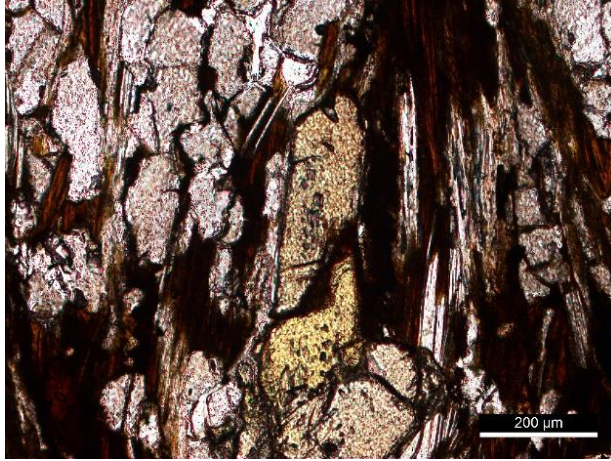
Microscopia de luz transmitida



Cristal euédrico de turmalina pós-cinemática entre as palhetas de moscovite.

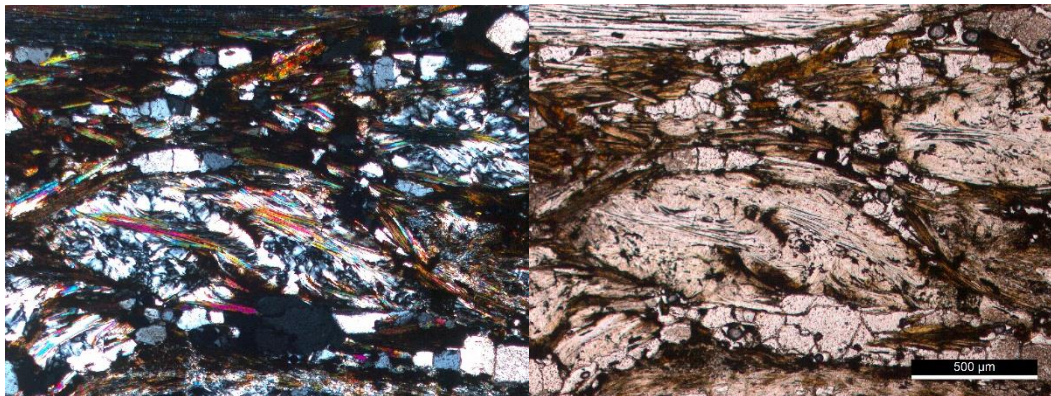
RM17 – micaxisto estaurolítico englobado na zona da estaurolite do CXG

Microscopia de luz transmitida



Cristal de estaurolite entre moscovite e grãos de quartzo.

Microscopia de luz transmitida



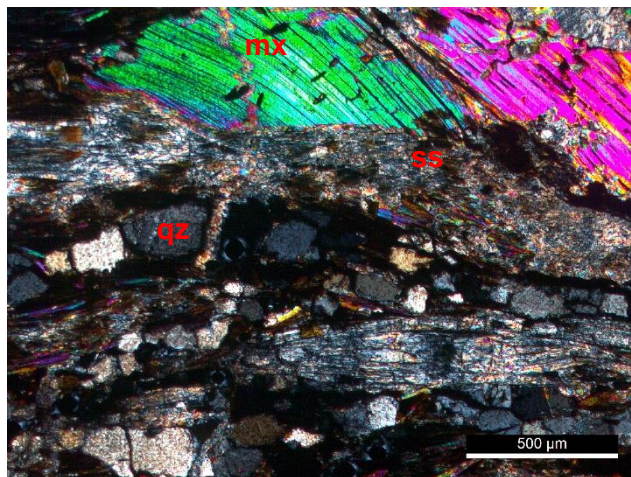
Porfiroblasto de micas e quartzo rodeado por quartzo e moscovite.

Microscopia de luz transmitida



Cristais de turmalina que representam uma turmalinização tardia.

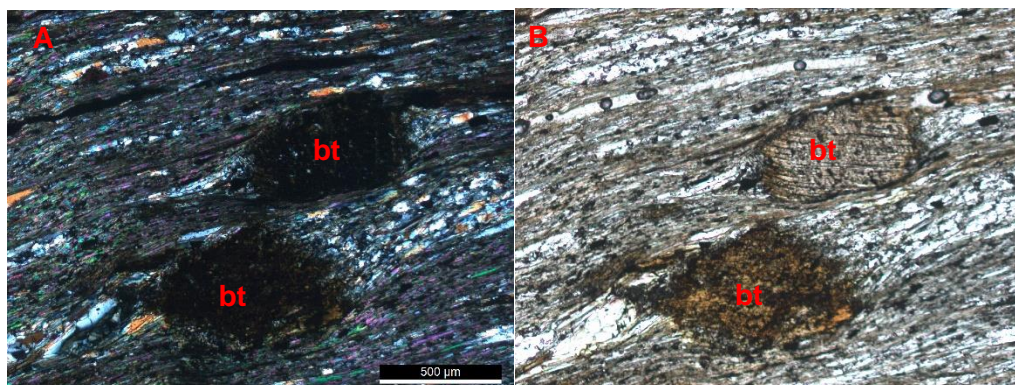
Microscopia de luz transmitida



Observação de quartzo (qz), sericite (ss) e moscovite fibrosa (mx).

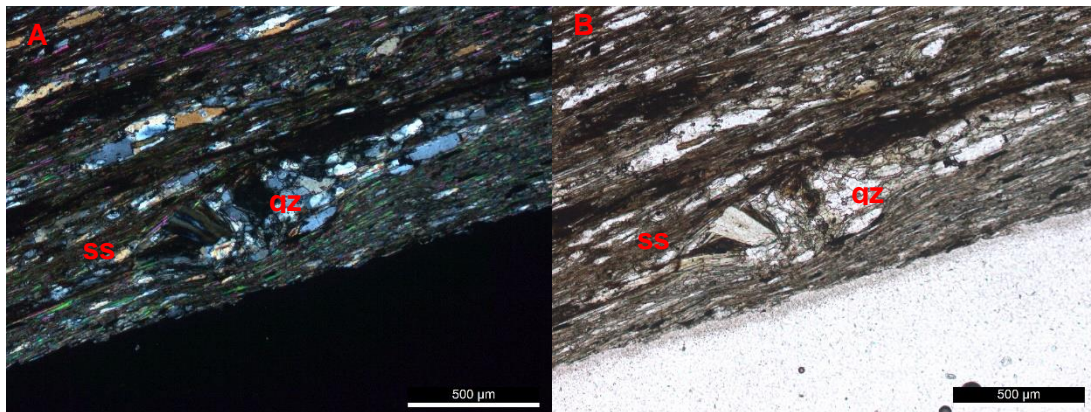
RM18 – filito englobado na zona da biotite do CXG

Microscopia de luz transmitida



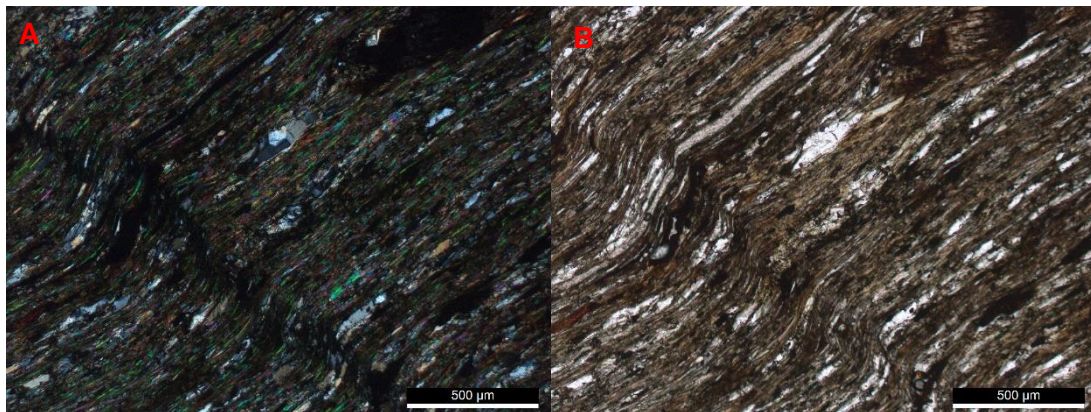
Pórfiros de biotite (bt) presentes na matriz sericítica do filito, observado em nicos cruzados (A) e em nicos paralelos (B).

Microscopia de luz transmitida



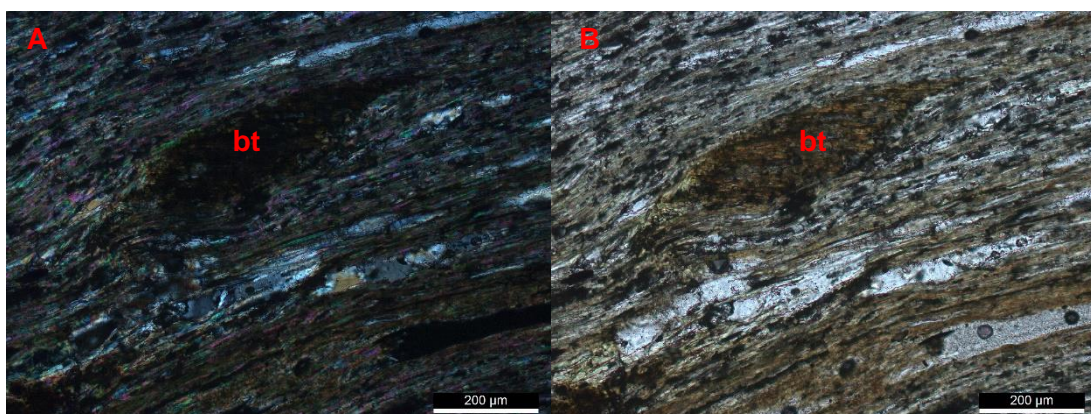
Bandas de quartzo (qz) e de sericite (ss) que se encontram a marcar a foliação, observado em nicois cruzados (A) e em nicois paralelos (B).

Microscopia de luz transmitida



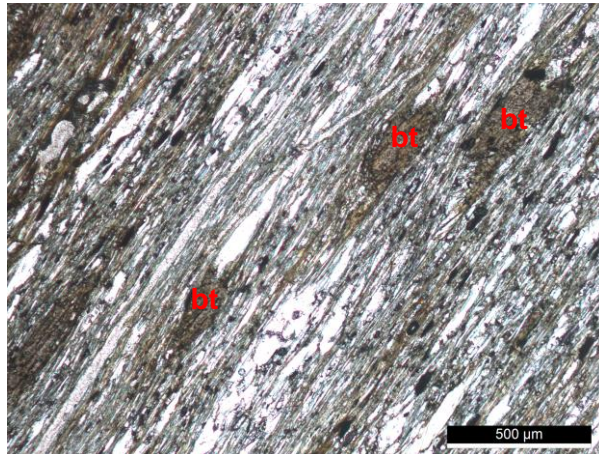
Aspeto geral da foliação marcada pela orientação da moscovite e pelas bandas quartzosas, observado em nicois cruzados (A) e em nicois paralelos (B).

Microscopia de luz transmitida



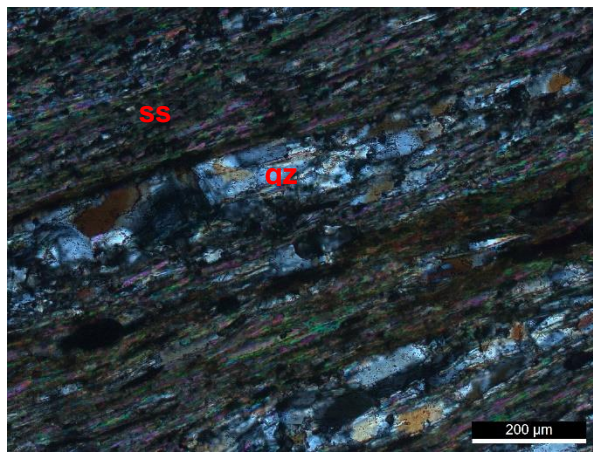
Porfiroblasto de biotite, paralelo à foliação bem definida pela orientação da moscovite e pelas bandas quartzosas, observado em nicois cruzados (A) e em nicois paralelos (B).

Microscopia de luz transmitida



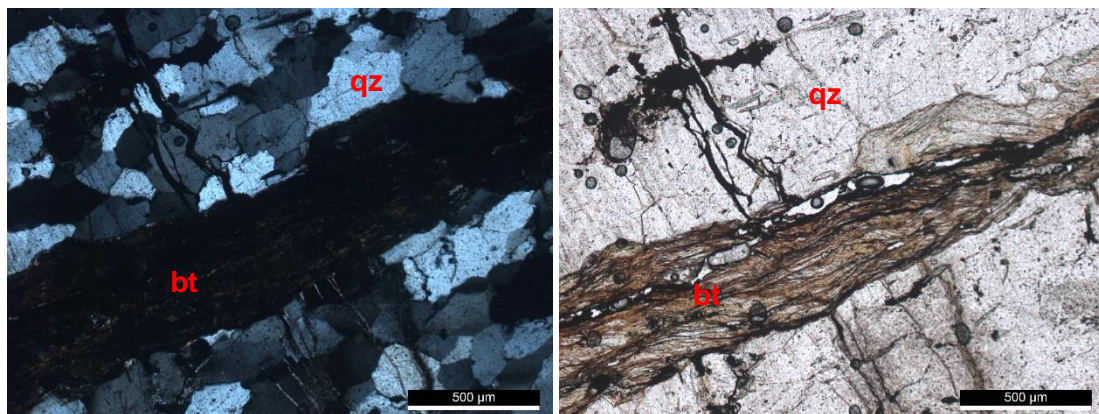
Porfiroblastos de biotite, paralelo à foliação bem definida pela orientação da moscovite e pelas bandas quartzosas.

Microscopia de luz transmitida



Bandas de quartzo e de sericite que se encontram a marcar a foliação.

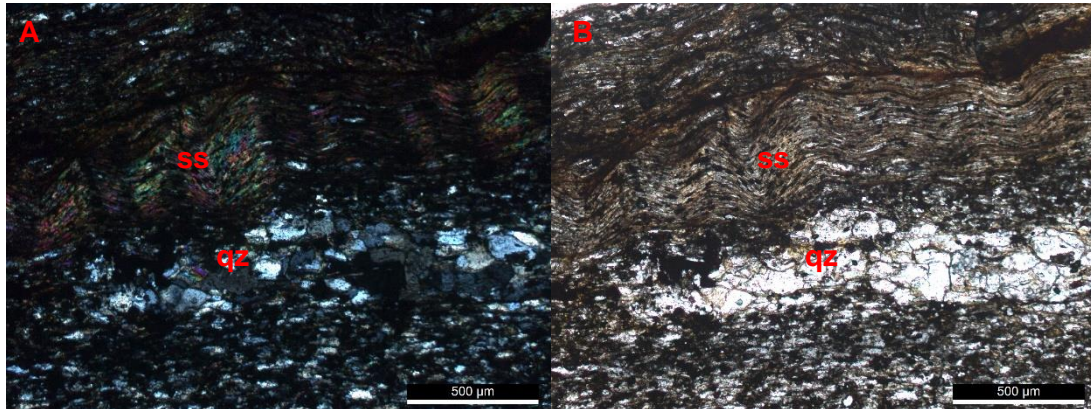
Microscopia de luz transmitida



Palheta de biotite que se encontra a cortar os grãos de quartzo, observado em nicos cruzados (A) e em nicos paralelos (B).

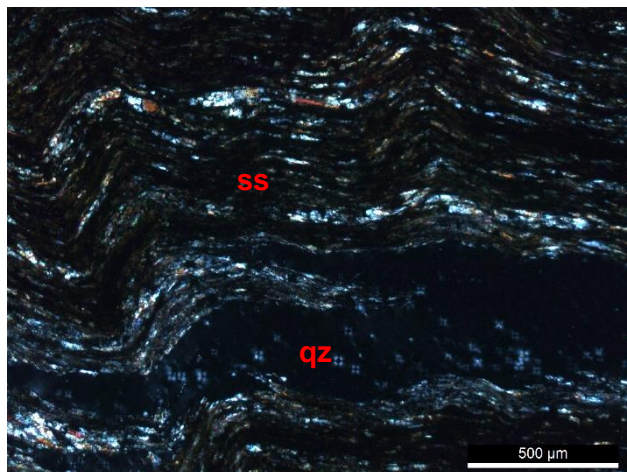
RM20 – filito englobado na zona da clorite do CXG

Microscopia de luz transmitida



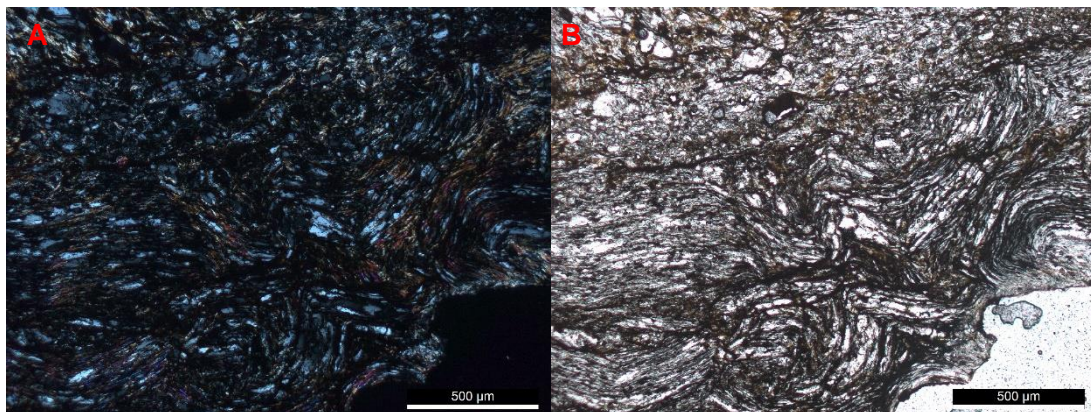
Bandas de grãos de quartzo e de sericite que se encontram a marcar a foliação, observado em nicos cruzados (A) e em nicos paralelos (B).

Microscopia de luz transmitida



Pormenor das bandas de quartzo e de sericite.

Microscopia de luz transmitida



Dobramento da foliação quartzo-sericítica, observado em nicos cruzados (A) e em nicos paralelos (B).

